

Metodika měření signálu DVB-T

Measurement of DVB-T

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 *Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava*.

V Ostravě 20. dubna 2010

.....

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 20. dubna 2010

.....

Rád bych na tomto místě poděkoval Ing. Marku Dvorskému, Ph.D. za profesionální vedení a spoustu užitečných rad při mé práci.

Abstrakt

Cílem mé bakalářské práce bylo zmapovat historii, současnost a blízkou budoucnost digitalizace televizního vysílání v Moravskoslezském kraji. Ve druhé části je ve stručnosti popsána metodika měření pokrytí území digitálním televizním signálem. Dalším úkolem bylo pomocí programu Radiolab společnosti CRC data vygenerovat počítačové simulace pokrytí území Moravskoslezského kraje signálem z vysílačů multiplexu veřejnoprávní služby. Na základě těchto diagramů bylo vytipováno několik oblastí, ve kterých je předpoklad problému s příjmem digitálního televizního signálu. V těchto oblastech bylo provedeno měření intenzity signálu a kvality příjmu.

Klíčová slova: digitalizace, pokrytí, měření DVB-T, intenzita, subjektivní hodnocení, vyhláška,

Abstract

The goal of this bachelor work is to summarise the history, present and near future digitization process of television broadcasting in the MS Region. In the second part of my work I briefly describe a coverage measurement philosophy of digital television signal. The next part describes a usage of „Radiolab“ simulation software generating a coverage simulation diagrams. Radiolab was used for simulation of public multiplex signal in the MS Region. Based on the coverage diagrams, there were determined three places with the possible reception problems. In those areas were made measurements of signal strength and reception quality.

Keywords: Digitizing, Signal coverage, Measurement of DVB-T, Intensity, Subjective evaluation, Public notice

Seznam použitých zkratk a symbolů

BER	– Bit Error Ratio, Bitová chybovost
CDG	– Czech Digital Group
ČRa	– České Radiokomunikace
ČT	– Česká televize
ČTÚ	– Český telekomunikační úřad
DVB-T	– Digital Video Broadcasting - Terrestrial, Pozemní digitální vysílání
ERP	– Effective Radiated Power, Efektivní vyzářený výkon
HD	– High Definition, Vysoké rozlišení
MER	– Modulation Error Ratio, Modulační chybovost
MUX	– Multiplex digitální televize
OFDM	– Orthogonal Frequency Division Multiplex, Ortogonální frekvenčně dělený multiplex
SFN	– Single Frequency Network, Jednofrekvenční síť
UHF	– Ultra High Frequency, Ultra vysoká frekvence
VHF	– Very High Frequency, Velmi vysoká frekvence
VŠB-TUO	– Vysoká škola báňská - Technická universita Ostrava

Obsah

1	Úvod	2
2	Aktuální stav digitalizace televizních pásem v Moravskoslezském kraji.	3
2.1	Počátky digitalizace v kraji.	3
2.2	Současný stav digitalizace v kraji.	4
2.3	Blízká budoucnost digitalizace v kraji.	12
3	Metodika měření pokrytí území signálem DVB-T	14
3.1	Postup stanovení pokrytí signálem DVB-T	14
3.2	Popis práce s programem Radiolab.	16
4	Problémové oblasti příjmu DVB-T	21
4.1	Výběr problémových oblastí příjmu signálu MUX1.	21
4.2	Měření signálu ve vytipovaných oblastech.	24
5	Závěr	31
6	Literatura	32
	Přílohy	32
A	Vyhláška 163/2008 sb. ze dne 30.dubna 2008 o způsobu stanovení pokrytí signálem zemského televizního vysílání	33
A.1	Příloha č. 1 k vyhlášce č. 163/2008 Sb.	44
A.2	Příloha č. 2 k vyhlášce č. 163/2008 Sb.	48
A.3	Příloha č. 3 k vyhlášce č. 163/2008 Sb.	50
B	Střední kmitočty kanálů DVB-T a mediánní hodnoty intenzity elektromagnetického pole pro příjem na pevnou přijímací anténu – systémová varianta C2	53
C	Hodnoty mediánní intenzity elektromagnetického pole pro různé systémové varianty DVB-T a pro různé typy příjmu	54
D	Diagramy pokrytí	55
E	Diagramy pokrytí v problémových oblastech	59

1 Úvod

V současné době probíhá v celé naší republice jedna z největších změn, které se v historii televizního vysílání udály. Mám tím na mysli přechod od analogového vysílání k zemskému digitálnímu vysílání, označovaného jako DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial). Tato změna se dá srovnávat svým významem snad jen se samotným zahájením televizního vysílání, případně s příchodem barevné televize. Čas však značně pokročil a analogové vysílání už nevyhovuje tempu doby. Vzniká mnoho nových televizních programů, které není možno analogovou televizí přenášet. Počet kanálů je pevně dán a analogová televize umožňuje vysílat pouze jeden televizní program v osmimegahertzovém kanálu. Díky obrovskému pokroku v televizní technice přichází éra digitální televize, která ve stejném kanále dokáže přenést až pět televizních a několik rozhlasových stanic. Samozřejmostí jsou teletext a elektronický programový průvodce EPG (Electronic Program Guide). Aby mohly vysílat nové digitální televize, musí jim analogové televize uvolnit své místo ve frekvenčním spektru. Tato obměna probíhá postupně pod taktovkou Českého telekomunikačního úřadu, který za tím účelem vypracoval takzvaný Technický plán přechodu TPP. Jeho schválení předcházelo několikaleté legislativní úsilí a získat podporu všech zainteresovaných stran se mnohdy zdálo téměř nemožné. Velké soukromé společnosti si kladly stále nové a nové podmínky, za kterých by byly ochotny předčasně ukončit analogové vysílání, na které měly licenci až do roku 2017. Nakonec byl však TPP všemi stranami přijat a digitalizace televizního vysílání na území České republiky mohla začít. Ve své práci zmapuji, v jakém stadiu je digitalizace televizního vysílání na území Moravskoslezského kraje. Dále se pokusím stručně popsat problematiku měření pokrytí signálem digitální televize a uvedu výsledky praktického měření signálu v několika oblastech s předpokládanými problémy s příjmem.

2 Aktuální stav digitalizace televizních pásem v Moravskoslezském kraji.

2.1 Počátky digitalizace v kraji.

Přestože jsou v současné době hlavními tahouny digitalizace v celé České republice především společnosti Česká televize a České radiokomunikace, prvním subjektem, který začal provozovat pozemní vysílání digitální televize ve standardu Digital Video Broadcasting - Terrestrial (DVB-T) na území Moravskoslezského kraje, byla společnost B Plus TV a.s. se sídlem v Klimkovicích. Vysílat začala 9.5.2005 na 28.kanálu. Vysílala vlastní multiplex, ve kterém byl umístěn lokální program, testovací program s barevnými pruhy a také signál slovenské zpravodajské stanice TA3. Vysílání však bylo velmi nepravidelné a často byl na tomto kanále šířen lokální program BTV v analogové formě.

Skutečným začátkem řádného televizního vysílání DVB-T v Moravskoslezském kraji bylo spuštění vysílače Českých radiokomunikací a.s. na 39.kanálu v únoru 2006. Požadavek na spuštění tohoto vysílače podala Česká televize, jejíž multiplex měl tento vysílač šířit. Vzhledem k tomu, že Česká televize požadovala velmi rychlé spuštění vysílače, nebylo možno získat povolení Českého telekomunikačního úřadu (ČTÚ) k provozování vysílače ze stanoviště Ostrava Hošťálkovice. Nebyl čas získat souhlas okolních států, především Polska a Slovenska. Jako náhradní řešení byl zvolen objekt Ostravských vodáren a kanalizací v Ostravě Hladnově. Svou polohou vyhovoval pro dobré pokrytí území krajského města a okolí a přitom vyzařování do okolních států bylo mnohem nižší než z Ostravy Hošťálkovic. Česká televize požadovala spuštění vysílání před zahájením Zimních Olympijských her v Turíně, které začaly 10.2.2006. Plánovala vysílat na programu ČT4 Sport celodenní Olympijské studio. I přes extrémní zimní podmínky, kdy denní teploty nepřekročily -15°C a teplota v nově budované technologické místnosti v budově bývalé trafostanice byla trvale pod bodem mrazu, byl vysílač spuštěn 9.2.2006 do řádného provozu. Zde musím uvést, že práce na výstavbě tohoto vysílače vyžadovaly opravdu extrémní nasazení a vytrvalost všech zúčastněných, zejména pracovníků instalujících anténní systém na vrcholu vodárenské věže. Nicméně to byl vzrušující pocit, účastnit se historického momentu zahájení pravidelného pozemního vysílání digitální televize v našem kraji. Tehdy instalovaný anténní systém byl čtyřpatrový turniketový systém se dvěma hlavními směry záření.

Dalším vysílačem, který společnost České radiokomunikace a.s. uvedly do provozu, byl vysílač na 54.kanále v Ostravě Hošťálkovicích. Vysílač byl spuštěn na žádost společnosti Czech Digital Group (CDG), která vlastnila další licenci na provozování pozemního digitálního vysílání, tehdy přechodného MUX B. Vysílač byl provozován od června 2008 s efektivním vyzařeným výkonem Effective Radiated Power (ERP) 5 kW do anténního systému orientovaného na Ostravu společně s programem analogové televize Nova na 42.kanále. Dlouho ovšem v provozu nebyl.

V září 2008 došlo k výměně anténního systému na objektu Hladnov. Výměna byla nutná z toho důvodu, aby do něj bylo možno provozovat tři vysílače. Původní systém nebyl na takový provoz dimenzován. Nový systém má kruhový horizontální vyzařovací diagram. Tato akce předcházela velkým změnám, které následovaly zanedlouho.

V noci z 30. na 31. října téhož roku došlo k poměrně velkým změnám ve struktuře vysílání digitální televize v našem kraji. Bylo ukončeno vysílání multiplexu CDG v Ostravě Hošťálkovicích na 54. kanále a vysílač byl ještě téže noci přeladěn na 32. kanál a převezen do objektu na Hladnově. Byl zde také instalován nový vysílač na 54. kanále. Od půlnoci začal nový vysílač šířit multiplex České televize MUX1 s ERP 10 kW. Původní vysílač na 39. kanálu začal vysílat multiplex MUX2 Českých radiokomunikací také s ERP 10 kW. Multiplex MUX3 společnosti CDG byl od této chvíle šířen na 32. kanále s ERP 2 kW. Tento kanál je bohužel v těsném sousedství velmi silného analogového vysílače ČT1 na 31. kanálu z Ostravy Hošťálkovic s ERP 600 kW. Tato skutečnost značně komplikuje možnost bezchybného příjmu signálu MUX3. Vyžaduje to použití velmi kvalitního odlaďovače 31. kanálu. Pokud je to možné, také natočení antény do směru, kdy rušící signál přichází z boku.

Česká televize požádala začátkem roku 2009 o spuštění druhého vysílače na 54. kanále z Ostravy Hošťálkovic. Opět se jednalo o provizorní vysílání s ERP 15 kW do společného anténního systému s analogovým vysíláním Novy na 42. kanále. Od tohoto okamžiku byla poprvé na území Moravskoslezského kraje provozována jednofrekvenční síť Single Frequency Network (SFN) na 54. kanále. Nutno podotknout, že některé set-top-boxy měly s příjmem signálu v SFN síti značné problémy.

V první polovině roku 2009 začal vysílat také vysílač společnosti Telefonica O2 v Ostravě Mariánských horách. Vysílání bylo v první polovině roku nepravidelné, ve druhé polovině již stálé.

V květnu 2009 byl na žádost televizní stanice Barrandov spuštěn vysílač multiplexu MUX2 na lokalitě Javorový vrch u Třince. Původní záměr vysílat v jednofrekvenční síti na 39. kanále byl zmařen nezájmem majitelů televizních stanic Prima a Nova o vysílání na této lokalitě. Z toho důvodu nemohl být vysílač na Javorovém vrchu provozován na 39. kanálu, vysílání probíhá na kanálu 57.

Tento stav se již značně blížil současnému. Dosud poslední změnou ve struktuře pozemního digitálního televizního vysílání v Moravskoslezském kraji byla výměna UHF anténního vysílacího systému v Ostravě Hošťálkovicích. Starý systém neumožňoval současné vysílání analogových a digitálních vysílačů. Nově nainstalovaný systém firmy Kathrein takový souběh zvládá bez problémů. Po výměně anténního systému již nic nebránilo spuštění definitivního vysílače pro multiplex České televize s maximálním povoleným efektivním vyzářeným výkonem ERP 100 kW, samozřejmě na 54. kanálu.

2.2 Současný stav digitalizace v kraji.

2.2.1 Multiplex MUX1

V současné době je obsah veřejnoprávního multiplexu MUX1 vysílán v Moravskoslezském kraji ze dvou vysílačů. Jedná se o vysílač v Ostravě Hošťálkovicích pracující na 54. kanále s efektivním vyzářeným výkonem ERP 100 kW. Vysílač pracuje do nově nainstalovaného anténního systému firmy Kathrein. Výkon dodávaný do anténních jednotek směřujících na severní stranu je potlačen zhruba o 6 dB, vzhledem k blízkosti hranic se sousedním Polskem.

Společně s tímto vysílačem je program šířen také vysílačem v Ostravě Hladnově. Oba vysílače pracují společně v jednofrekvenční síti SFN na stejném, tedy 54.kanále. Vysílací anténní systém na Hladnově je čtyřpatrový turniketový, dodaný rovněž firmou Kathrein.

Lokalita 1	:	Ostrava-Hošťálkovice
LON(WGS84)	:	18°12'45"
LAT(WGS84)	:	49°51'41"
Nadmořská výška	:	287 m
Výška anténního systému	:	171 m
ERP	:	100 kW
Polarizace	:	Horizontální
Vysílací kanál	:	54
Vysílací frekvence	:	738 MHz
Lokalita 2	:	Ostrava-Hladnov
LON(WGS84)	:	18°18'19"
LAT(WGS84)	:	49°50'51"
Nadmořská výška	:	266 m
Výška anténního systému	:	46 m
ERP	:	10 kW
Polarizace	:	Horizontální
Vysílací kanál	:	54
Vysílací frekvence	:	738 MHz

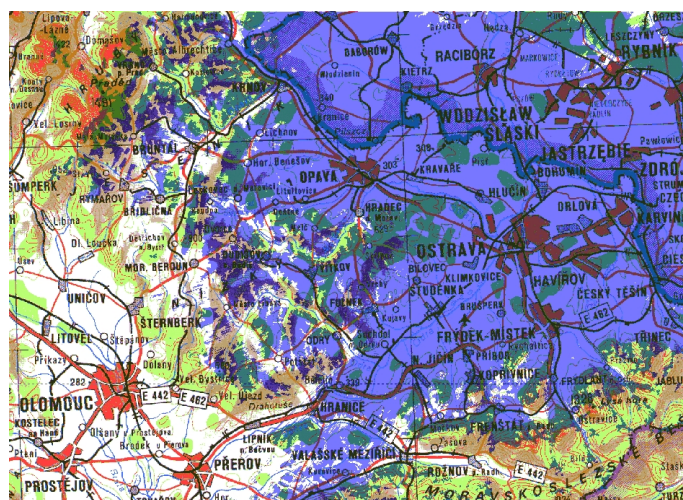
Tabulka 1: *Parametry stanovišť vysílačů MUX1.*

Šířka pásma	:	8 MHz
Vysílací mód	:	8k
Ochranný interval	:	1/4
Kódový poměr	:	2/3
Modulace	:	64-QAM
Hierarchický mód	:	ne
Celkový datový tok	:	19,10 Mbps

Tabulka 2: *Technické parametry multiplexu MUX1.*

Program	: TV/Rozhlas	: Systém kódování
ČT1	: TV	: MPEG 2
ČT2	: TV	: MPEG 2
ČT4	: TV	: MPEG 2
ČT24	: TV	: MPEG 2
ČRo1-Radiožurnál	: Rozhlas	: MPEG 2
ČRo2-Praha	: Rozhlas	: MPEG 2
ČRo3-Vltava	: Rozhlas	: MPEG 2
ČRo Radio Wave	: Rozhlas	: MPEG 2
ČRo D-dur	: Rozhlas	: MPEG 2
ČRo Leonardo	: Rozhlas	: MPEG 2
ČRo Česko	: Rozhlas	: MPEG 2

Tabulka 3: Programy vysílané v multiplexu MUX1.



Obrázek 1: Pokrytí území Moravskoslezského kraje signálem MUX1.

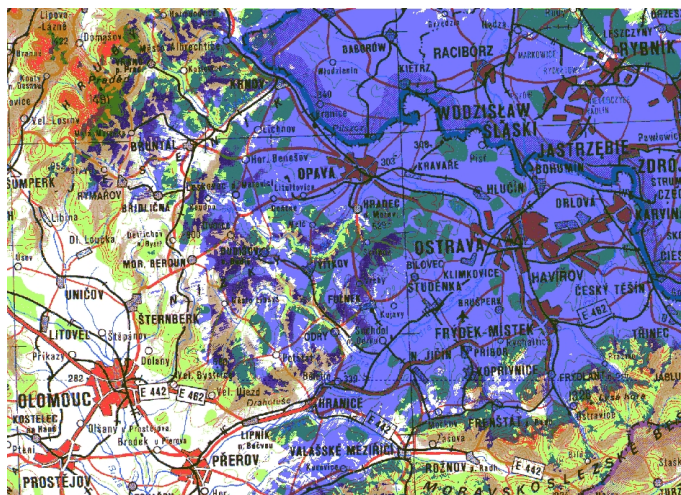
2.2.2 Multiplex MUX2

Stejně jako multiplex MUX1 je také obsah multiplexu MUX2 Českých radiokomunikací na území Moravskoslezského kraje v současnosti šířen ze dvou vysílačů. Prvním z nich je vysílač umístěný v Ostravě Hladnově. Pracuje na 39.kanále s efektivním vyzářeným výkonem ERP 10 kW do stejného anténního systému jako vysílač veřejnoprávního multiplexu MUX1. Vysílač MUX2 na Hladnově šíří TV programy Nova, Nova Cinema, Prima, Prima Cool a Barrandov v systému MPEG2.

Druhým vysílačem multiplexu MUX2 je vysílač na objektu Javorový vrch. Tento vysílač šíří signál na 57.kanále především pro oblast Třince a okolí. Jeho efektivní vyzářený výkon je pouze 100 W. Hlavní směry vyzářování jsou 350 a 80 stupňů. Na rozdíl od vysílače na Hladnově je v jeho vstupním datovém toku pouze program televizní stanice Barrandov.

Šířka pásma	:	8 MHz
Vysílací mód	:	8k
Ochranný interval	:	1/4
Kódový poměr	:	2/3
Modulace	:	64-QAM
Hierarchický mód	:	ne
Celkový datový tok	:	19,10 Mbps

Tabulka 4: Technické parametry multiplexu MUX2.



Obrázek 2: Pokrytí území Moravskoslezského kraje signálem MUX2.

Lokalita 1	:	Ostrava-Hladnov
LON(WGS84)	:	18°18'19"
LAT(WGS84)	:	49°50'51"
Nadmořská výška	:	266 m
Výška anténního systému	:	46 m
ERP	:	10 kW
Polarizace	:	Horizontální
Vysílací kanál	:	39
Vysílací frekvence	:	618 MHz
Lokalita 2	:	Javorový vrch
LON(WGS84)	:	18°37'44"
LAT(WGS84)	:	49°37'41"
Nadmořská výška	:	946 m
Výška anténního systému	:	47 m
ERP	:	100 W
Polarizace	:	Horizontální
Vysílací kanál	:	57
Vysílací frekvence	:	762 MHz

Tabulka 5: Parametry stanovišť vysílačů MUX2.

Program	:	Systém kódování	:	Poznámka
Nova	:	MPEG 2	:	pouze 39.kanál
Nova Cinema	:	MPEG 2	:	pouze 39.kanál
Prima	:	MPEG 2	:	pouze 39.kanál
Prima Cool	:	MPEG 2	:	pouze 39.kanál
Barrandov	:	MPEG 2	:	

Tabulka 6: TV programy vysílané v multiplexu MUX2.

2.2.3 Multiplex MUX3

Multiplex MUX3 patřící společnosti Czech Digital Group je v dnešní době šířen vysílačem Českých radiokomunikací na objektu Ostrava Hladnov. Vysílač pracuje na 32.kanálu do stejného anténního systému jako vysílače MUX1 a MUX2, ovšem s nižším efektivním vyzářeným výkonem 2 kW. V současné době šíří televizní programy Z1 a Public TV a rozhlasovou stanici s křesťanskou tematikou Radio Proglas. Ještě nedávno byla součástí multiplexu MUX3 také hudební televizní stanice Óčko, ta ale přešla do multiplexu MUX4, vlastněného společností Telefonica O2.

Lokalita	:	Ostrava-Hladnov
LON(WGS84)	:	18°18'19"
LAT(WGS84)	:	49°50'51"
Nadmořská výška	:	266 m
Výška anténního systému	:	46 m
ERP	:	2 kW
Polarizace	:	Horizontální
Vysílací kanál	:	32
Vysílací frekvence	:	562 MHz

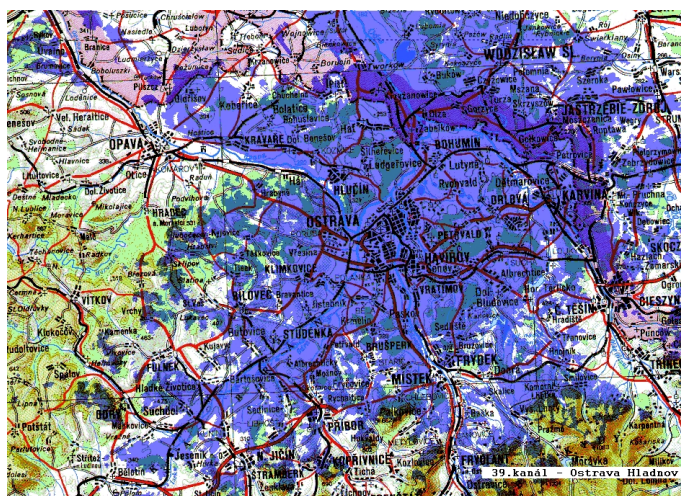
Tabulka 7: Parametry stanoviště vysílače MUX3.

Šířka pásma	:	8 MHz
Vysílací mód	:	8k
Ochranný interval	:	1/4
Kódový poměr	:	2/3
Modulace	:	64-QAM
Hierarchický mód	:	ne
Celkový datový tok	:	19,10 Mbps

Tabulka 8: Technické parametry multiplexu MUX3.

Program	:	TV/Rozhlas	:	Systém kódování
Z1	:	TV	:	MPEG 2
Public TV	:	TV	:	MPEG 2
Proglas	:	Rozhlas	:	MPEG 2

Tabulka 9: Programy vysílané v multiplexu MUX3.



Obrázek 3: Pokrytí území Moravskoslezského kraje signálem MUX3.

2.2.4 Multiplex MUX4

Multiplex MUX4 patří společnosti Telefonica O2. Vysílač šířící signál multiplexu MUX4 je umístěn v budově společnosti Telefonica O2 na ulici 1.máje v Ostravě Mariánských horách. Na střeše budovy je umístěn anténní systém. Na rozdíl od všech výše uvedených vysílačů není provozován společností České radiokomunikace, ale samotnou Telefoniou O2. Vzhledem k umístění anténního systému v hustě zastavěné části Ostravy je vysílaný efektivní vyzářený výkon pouze 810 W. Tato skutečnost spolu s vysokým vysílacím 63. kanálem a nízkou nadmořskou výškou pouze 227 m činí z tohoto vysílače do značné míry pouze lokální Ostravskou záležitost s nízkým příspěvkem k pokrytí Moravskoslezského kraje signálem DVB-T. Na druhou stranu je třeba uvést, že se jedná o jediný vysílač v kraji, který šíří televizní programy v systému MPEG4 s vysokým rozlišením HD. Konkrétně se jedná o programy Nova HD a ČT1 HD. Stále se jedná o experimentální vysílání a parametry multiplexu se mohou měnit.

Lokalita	:	Ostrava-Mariánské hory
LON(WGS84)	:	18°15'32"
LAT(WGS84)	:	49°49'39"
Nadmořská výška	:	227 m
Výška anténního systému	:	30 m
ERP	:	810 W
Polarizace	:	Horizontální
Vysílací kanál	:	63
Vysílací frekvence	:	810 MHz

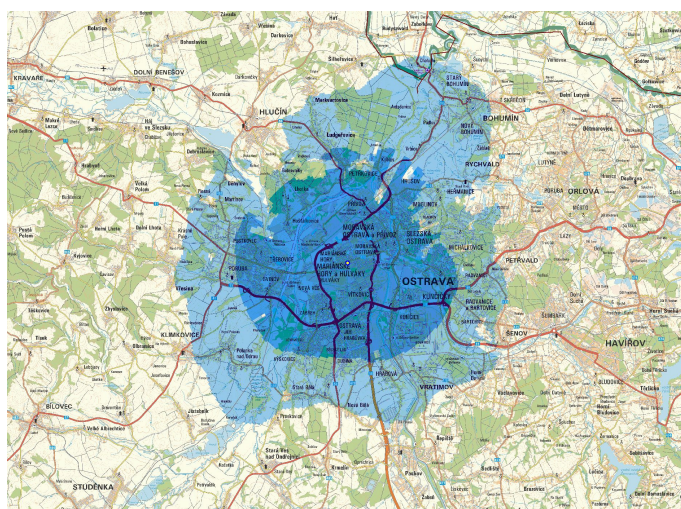
Tabulka 10: Parametry stanoviště vysílače MUX4.

Šířka pásma	:	8 MHz
Vysílací mód	:	8k
Ochranný interval	:	1/8
Kódový poměr	:	2/3
Modulace	:	64-QAM
Hierarchický mód	:	ne
Celkový datový tok	:	22,17 Mbps

Tabulka 11: *Technické parametry multiplexu MUX4.*

Program	:	Systém kódování
ČT1 HD	:	MPEG 4
Nova HD	:	MPEG 4
Óčko	:	MPEG 2
O2 Info	:	MPEG 2

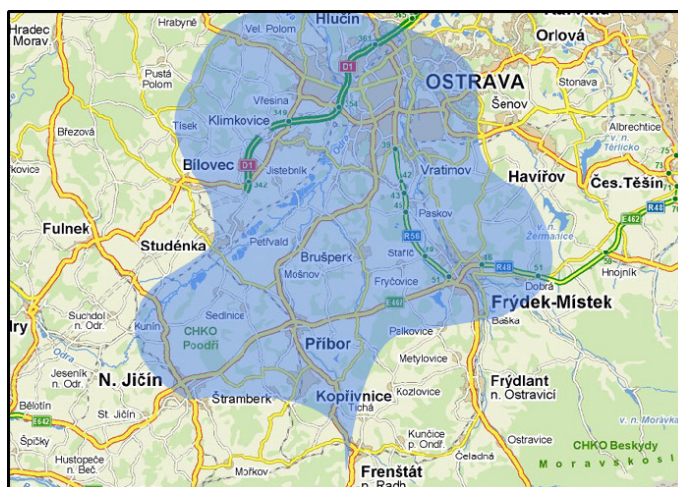
Tabulka 12: *TV programy vysílané v multiplexu MUX4.*



Obrázek 4: *Pokrytí území Moravskoslezského kraje signálem MUX4, (zdroj: www.Digizone.cz).*

2.2.5 Local TV PLUS

Posledním subjektem, který se zabývá provozováním digitálního televizního vysílání je společnost B Plus TV a.s. se sídlem v Klimkovicích nedaleko Ostravy. V současné době je možno přijímat její vysílání na 28.kanále v okolí Ostravy. Program má název Local TV a jedná se v podstatě o spojení doposud samostatného vysílání všech lokálních televizí v kraji, které vysílaly analogově, do jednoho celku. Vysílání probíhá v týdenních blocích v předem stanovených časech. Vysílání je nepřetržité a střídají se bloky lokálních televizí Brušperk, Bílovec, Klimkovice, Vratimov, Nová Bělá, Příbor a Kopřivnice.



Obrázek 5: Pokrytí území Moravskoslezského kraje signálem LocalTV, (zdroj: www.ltv-plus.cz).

2.3 Blízká budoucnost digitalizace v kraji.

V letošním roce se v souladu s Technickým plánem přechodu (TPP) vydaným Českým telekomunikačním úřadem předpokládá zahájení vysílání multiplexu MUX1 z lokality Lysá hora v jednofrekvenční síti SFN na 54.kanále s ERP 25 kW. Předcházet tomu bude výměna UHF vysílačů anténního systému. Spuštění tohoto vysílače je plánováno na červenec 2010. V září letošního roku je předpokládáno také spuštění vysílače pro MUX1 na Pradědu s ERP 100 kW. I tomuto spuštění bude předcházet výměna anténního systému. Tento vysílač bude provozován na 36.kanálu. Nyní je tento kanál využíván pro šíření analogového programu ČT 1. Před spuštěním digitálního vysílání na 36.kanále dojde k převodu analogové ČT 1 na 50.kanál a současně dojde k ukončení šíření programu ČT 2 na tomto kanálu.

Co se týká multiplexu MUX2, v letošním roce není plánováno spuštění žádného vysílače na území Moravskoslezského kraje. Až v dubnu 2011 dojde ke spuštění dvou vysílačů. Prvním je vysílač na Lysé hoře s ERP 25 kW. Druhým pak vysílač v Ostravě Hošťálkovicích s ERP 100 kW. Oba budou pracovat na 37.kanále, na kterém v současné době vysílá program ČT1 analogově z Lysé hory. Je tedy zřejmé, že provoz tohoto vysílače bude k datu spuštění digitálních vysílačů ukončen. Zároveň dojde k přeladění vysílače MUX2 na Hladnově z 39.kanálu na kanál 37. Poté budou pracovat všechny tři vysílače MUX2 v SFN síti. Předběžně v říjnu 2011 dojde ke spuštění vysílače MUX2 na Pradědu s ERP 100 kW na 53.kanále. Činnost analogového vysílače programu Nova na tomto kanálu bude k tomuto datu rovněž ukončena.

V letošním roce se neplánuje ani spuštění žádného vysílače multiplexu MUX3. Souvisí to úzce s kanály, které jsou pro digitální vysílání tohoto multiplexu přiděleny. Jedná se o 48.kanál v oblasti Ostravy a 51.kanál v oblasti Jeseník. Oba tyto kanály jsou v současné době obsazeny vysíláním analogové Primy, resp. ČT2 z Ostravy Hošťálkovic. Proto je plánováno spuštění digitálního vysílače MUX3 v Ostravě Hošťálkovicích s ERP 100 kW až

na duben 2011, kdy dojde k ukončení provozu analogového vysílače Primy na kanálu 48. Zároveň bude ukončen provoz vysílače MUX3 na 32.kanálu na Hladnově. Bude nahrazen novým vysílačem na 48.kanále s plným výkonem ERP 10 kW v SFN síti. Po ukončení provozu analogového vysílače ČT2 na 51.kanále bude uveden do provozu vysílač MUX3 na Pradědu s ERP 100 kW na tomto kanálu.

Další plán rozvoje vysílání MUX4 společnosti Telefonica O2 není příliš znám. Spíše mám pocit, že klade větší důraz na podporu IPTV než pozemního vysílání digitální televize.

Je možné, že v následujícím období bude spuštění některých vysílačů uspíšeno. Zejména Česká televize se snaží o rychlý rozvoj sítě digitálních vysílačů.

3 Metodika měření pokrytí území signálem DVB-T

3.1 Postup stanovení pokrytí signálem DVB-T

Metodika měření pokrytí území signálem DVB-T vychází z Vyhlášky 163/2008 o způsobu stanovení pokrytí signálem zemského televizního vysílání. Vyhlášku vydal Český telekomunikační úřad Praha 30.dubna 2008. Celé znění této vyhlášky včetně tří příloh uvádím v příloze A na straně 33.

Na tomto místě uvedu pouze vymezení pojmů pro účely této vyhlášky, které budu dále v textu používat:

- zemským digitálním televizním vysíláním rozumíme televizní vysílání ve standardu DVB-T, využívající pro přenos signálu rádiovým kanálem digitální modulární schéma,
- rádiovým kanálem je část rádiového spektra ve IV. a V. televizním pásmu 470–862 MHz pro rádiový kanál označený n a vymezený k zemskému digitálnímu vysílání rozsahem rádiových kmitočtů od $(470 + (n-21) * 8)$ do $(470 + (n-20) * 8)$ v MHz, kde n je rovno 21 – 69. Hranici mezi IV. a V. televizním pásmem tvoří horní kmitočet rádiového kanálu 34,
- pevnou přijímací anténou chápeme směrovou anténu se ziskem minimálně 10 dB ve IV. televizním pásmu a 12 dB v V. televizním pásmu, která je umístěná vně budovy v úrovni střechy. Mimo budovu ve výšce 10 m nad úroveň terénu,
- televizním přijímačem je zařízení technicky způsobilé k individuálnímu příjmu,
- standardním přijímacím zařízením je pro zemské digitální televizní vysílání televizní přijímač o minimální citlivosti -77 dBm připojený koaxiálním kabelem s impedancí 75Ω k pevné přijímací anténě. Za standardní přijímací zařízení pro zemské nebo digitální televizní vysílání se považuje i televizní přijímač připojený ke kabelovému systému zajišťujícímu společný příjem televizního vysílání,
- vysílačem chápeme vysílací rádiové zařízení určené pro šíření zemského digitálního televizního vysílání (dále jen „digitální vysílač“),
- měřicím bodem je místo, kde je měřena intenzita elektromagnetického pole a případně další parametry televizních signálů a subjektivně hodnocena kvalita televizního signálu; měřicí bod je určen zeměpisnými souřadnicemi v soustavě Světového geodetického referenčního systému 1984 (WGS84) podle zvláštního právního předpisu, podrobnějším popisem místa a adresou, pokud je pro toto místo stanovena,
- měřicí soupravu pro měření intenzity elektromagnetického pole tvoří anténa se známým anténním faktorem (dále jen „měřicí anténa“), měřicí přijímač nebo analyzátor spektra (dále jen „měřicí přístroj“) a koaxiální kabel s impedancí přizpůsobenou měřicí anténě a měřicímu přístroji,

- anténním faktorem rozumíme konstantu udávanou v dB, která slouží k přepočítání hodnoty napětí naměřené měřicím přístrojem na svorkách měřicí antény, udávané v $\text{dB}\mu\text{V}$, na intenzitu elektromagnetického pole, udávanou v $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$.

Pokrytí území televizním signálem DVB-T se posuzuje na základě zjištěných hodnot intenzity elektromagnetického pole a subjektivního hodnocení kvality signálu.

Vyhláška stanovuje v paragrafu 5 minimální hodnotu intenzity užitečného signálu zemského digitálního televizního vysílání v pásmu UHF na 53 až 58 $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$. Uvažuje příjem na pevnou přijímací anténu ve výšce 10 m nad zemským povrchem, v případě budov vysokých více než 10 metrů anténu umístěnou na střeše.

Křivky šíření elektromagnetických vln jsou vztaženy pro 50 % míst, 50 % času pro užitečný signál a pro 50 % míst, 10 % času pro rušící signál a ve výpočetní metodě je obsažen korekční faktor na CA (clearance angle). V praxi se používá výpočetní metoda RDK 2 vyvinutá společností Testcom.

Na našem území se využívá systémová varianta zemského digitálního televizního vysílání s modulačním schématem šedesátičtyřstavové kvadraturní amplitudové modulační (64-QAM), provozním režimem s počtem 6817 nosných kmitočtů (8K), kódovým poměrem udávajícím míru zabezpečení přenosového systému proti chybám v hodnotě 2/3 a ochranným intervalem pro zajištění příjmu nerušeného vícecestným šířením (nežádoucími odrazy) a umožňujícího použití jednofrekvenčních sítí v hodnotě 1/4. Paragraf 5 vyhlášky také udává ochranné poměry pro výpočet rušení.

Vyhláška stanovuje v paragrafu 6, že území je pokryto signálem DVB-T, pokud je intenzita signálu vyšší nebo rovna minimální intenzitě signálu podle paragrafu 5, a zároveň je dodržen ochranný poměr mezi užitečným a rušícím signálem. Pokrytí se uvádí v procentech jako poměr plochy pokryté části zájmového území k celé ploše zájmového území.

V případě posuzování pokrytí území v okrajových částech příjmu nebo v členitých horských terénech nestačí provést počítačovou simulaci pokrytí území, ale je třeba dle paragrafu 8 této vyhlášky přikročit k ověření výsledků měření. V takovém případě se bere výsledek vlastního měření v terénu za směrodatný. Měření intenzity se provádí měřicí soupravou s měřicí anténou a subjektivní hodnocení kvality signálu se posuzuje na televizním přijímači připojeném na anténu pro hodnocení kvality signálu. Minimální požadavky na technické vlastnosti měřicí soupravy a nastavení měřicích přístrojů pro měření intenzity signálu zemského televizního vysílání jsou uvedeny v příloze č. 1 této vyhlášky na straně 44. Minimální požadavky na technické vlastnosti televizních přijímačů pro subjektivní hodnocení kvality signálu zemského televizního vysílání jsou uvedeny v příloze č. 2 této vyhlášky na straně 48. Postup při provádění subjektivního hodnocení kvality signálu zemského televizního vysílání je uveden v příloze č. 3 této vyhlášky na straně 50.

Paragraf 10 stanovuje postup pro stanovení počtu měřicích míst ve zkoumaném území. Přesný postup je uveden v příloze. Obecně lze říci, že je nutno určit intenzitu signálu v místě, kde lze očekávat nejnižší a nejvyšší hodnotu. V závislosti na rozdílu těchto dvou hodnot je nutno stanovit počet měřicích míst minimálně 5 pro rozdíl menší

než 5 dB a maximálně 27 pokud je rozdíl 16 až 20 dB. Pokud je rozdíl vyšší než 21 dB, musí se měřené území rozdělit na více částí.

Na jednotlivých měřicích bodech se kontroluje tvar spektra signálu DVB-T spektrálním analyzátozem. Měřicím přijímačem se zjišťuje hodnota modulační chybovosti MER a hodnota bitové chybovosti BER. Tyto dva parametry dávají objektivní hodnocení kvality dekodovaného signálu OFDM.

Hodnotu BER je možno měřit před Viterbiho dekodérem nebo za ním. Pro účely měření kvality signálu DVB-T se obvykle udává hodnota za Viterbiho dekodérem, tedy po korekci osamocených chyb v datovém toku. Jako referenční hodnota pro bezporuchový příjem se udává hodnota $BER < 0,2 \cdot E - 04$.

Modulační chybovost MER lze chápat jako sumu odchylek jednotlivých koncových bodů konstelačního diagramu od ideální pozice. Udává se v decibelech a doporučená hodnota pro bezporuchový příjem je vyhláškou stanovena na $MER \geq 22$ dB.

Neméně důležitou součástí měření na jednotlivých měřicích bodech je subjektivní hodnocení přijímaného signálu na televizním přijímači. V případě digitálního televizního vysílání DVB-T se hodnocení omezuje pouze na třístupňové. Nejhorší stupeň Q1 znamená, že je kvalita špatná, výpadky jsou časté nebo se přijímač vůbec nezasynchronizuje. Střední stupeň Q3 již udává dobrou kvalitu s jednotlivými mžikovými výpadky. Pokud nejsou v kvalitě obrazu a zvuku pozorovatelné žádné závady, hodnotíme kvalitu signálu DVB-T jako výbornou, stupněm Q5. Vyhláška stanovuje minimální dobu sledování na 3 minuty.

Pro každé měřené území se vytvoří přehledná tabulka, ve které budou údaje o jednotlivých měřicích bodech, jejich zeměpisné souřadnice v soustavě WGS 84. Dále bude tabulka obsahovat změřené hodnoty intenzity elektromagnetického pole, dále hodnoty MER, BER a také subjektivní hodnocení kvality signálu DVB-T.

3.2 Popis práce s programem Radiolab.

Pro simulaci pokrytí území televizním signálem jsem použil program Radiolab. Radiolab je software vyvinutý společností CRC Data, který slouží k analýze a vizualizaci šíření rádiových signálů. Jedná se o velmi silný inženýrský nástroj pro řešení základních úloh při analýze a návrhu radiokomunikačních systémů pro služby plošného pokrytí (mobilní služby, analogová a digitální televize a rozhlas), systémů point to multipoint a mikrovlnných směrových spojů.

Na následujících stránkách uvádím výběr z manuálu RadioLabu, který je dostupný na webových stránkách výrobce www.crcdata.cz.

Základní funkčnost systému RadioLab zahrnuje:

- Profil - nástroj pro zobrazení terénního profilu. Slouží k zobrazení a tisku terénního profilu mezi dvěma vysílači. Volitelně je možné zobrazit morfologické kategorie, Fresnelovu zónu, překážky a úhel hlavního laloku antén a další. Nástroj obsahuje podporu pro analýzu odrazů.

- Mapový server – tento subsystém obsahuje jádro obecného GIS pro zobrazení rádiových objektů (stanice, skoky, ...) a výsledků výpočtů (diagramů viditelnosti a pokrytí) na podkladu digitalizovaných rastrových map S42 nebo map vektorových (libovolných obecných mapových podkladů).
- Výškopisnou mapu - tato mapa je určena k rychlému pracovnímu zobrazení stanic, skoků a diagramů viditelnosti a pokrytí ve zjednodušené mapové projekci. Jako podkladovou vrstvu lze zobrazit data DTM (digitální model terénu) nebo morfologická data.
- Databázi stanovišť – databázová aplikace pro správu dat stanovišť. Umožňuje editaci, vyhledávání, třídění a zobrazení stanovišť v obou mapových systémech. Strukturu dat je možné uživatelem rozšiřovat.
- Výpočet viditelnosti - výpočet diagramu rádiové viditelnosti pro zadanou stanici s možností zobrazení výsledku na obou mapách.
- Výpočet pokrytí - výpočet plošného rozložení intenzity signálu pro zadanou stanici s možností zobrazení výsledného diagramu na obou mapách. Nástroj umožňuje zadat horizontální i vertikální vyzařovací charakteristiky antény. Lze zobrazit spádovou křivku, kontury prvního a posledního výskytu zadané intenzity a diagram efektivních výšek.

Jednotlivé části systému jsou vzájemně propojeny. RadioLab obsahuje možnost rozšiřování funkčnosti systému pomocí modulů RadioLab Add-Ins.

Pro účely mé práce jsem využil systém Výpočet pokrytí, který slouží pro detailní analýzu plošné intenzity signálu s respektováním vlivu horizontální i vertikální vyzařovací charakteristiky antény.

Seznam základních funkcí:

- podpora vertikální a horizontální vyzařovací charakteristiky antény
- zadání vyzařovací charakteristiky antény dle Vídeňské šablony
- vertikální vyzařovací charakteristika pro směrové a všesměrové antény
- podpora řady výpočetních metod (modelů šíření), možnost doinstalovat a přímo používat další výpočetní metody nebo modely křivek šíření
- vizualizace diagramů v obou mapových systémech, tvorba srovnávacích scénářů, vizualizace vlivu změny parametru a pod.
- analýza v sektoru, výpočet v okolí vysílače nebo v okolí jiného bodu
- možnost definovat vlastní barevné stupnice, napojení na nástroj Barevné stupnice
- diagram efektivních výšek

- diagram hraničních křivek (první a poslední výskyt) zadané intenzity, možnost zobrazení kontur v obou mapových systémech
- spádová křivka a profil terénu, analýza jednotlivých složek vlivu vyzařovací charakteristiky antény na výsledný signál
- možnost uložení vypočtených diagramů do souboru, spolupráce s nástrojem Zobrazovač diagramů
- napojení na databázi Stanovišť pro zadání souřadnic vysílače nebo analyzovaného místa
- možnost načíst a uložit data vysílače včetně vyzařovací charakteristiky antény do/ze souboru
- tisk výstupních sestav prostřednictvím MS Excelu

Obrázek 6: Formulář pro zadávání parametrů výpočtu.

Na obr. 6 je uveden formulář pro zadávání parametrů potřebných pro výpočet. Tento formulář obsahuje sadu záložek sloužící pro zadání úlohy (Úloha, Horizontální diagram,

Vertikální diagram) a poskytující přístup k řadě služeb (Spádová křivka, Efektivní výšky). Některé funkce jsou dostupné i z menu v horní části formuláře. Tlačítka ve spodní části formuláře slouží zejména pro spuštění výpočtu a vizualizaci vypočtených dat v obou mapových systémech RadioLabu.

Záložka Úloha slouží k zadání hlavních parametrů výpočtu. Ve skupině Vysílač je nutné především specifikovat data stanice. Kromě přímého zadání souřadnic vysílače a ostatních dat lze načíst soubor s příponou trd anebo zaměřit souřadnic pomocí Mapového serveru. Data vysílače lze také přenést z databáze stanovišť. Použitý server lze zvolit pomocí nástroje Nastavení systému RadioLab. Kromě standardního serveru stanic systému RadioLab lze použít i systémy RadioBase anebo WinNORA. Dále lze zadat výšku paty stožáru a relativní výšku vysílací antény. Pole Max. ef. výška zobrazuje údaj o maximální efektivní výšce pro zadané parametry stanoviště (aktualizuje se při změně souřadnic stanoviště a výšky vysílací antény). Pomocí voleb Okolí vysílače a Okolí bodu lze zvolit analyzovanou oblast. Skupina Analyzovaná oblast tedy může mít dvě různé podoby. V případě analýzy v okolí vysílače je třeba specifikovat maximální vzdálenost od vysílače. Tento údaj lze alternativně zadat i pomocí minimální úrovně signálu (vztaženo k aktuálnímu kmitočtu, výkonu, azimutu ve směru maximální efektivní výšky a zvoleným křivkám šíření). Volitelně lze omezit analyzovanou oblast i na sektor—kruhovou výseč se středem v bodě vysílače omezenou dvěma azimuty. V případě analýzy v okolí bodu je třeba zadat střed zkoumané oblasti. Pro vlastní zadání jsou k dispozici podobné prostředky jako pro zadání dat vysílače. Dále je nutné specifikovat poloměr zkoumané oblasti. Tento údaj je pouze orientační. Skutečně spočtená oblast je obvykle větší, svým rozložením pokrývá zadané kruhové okolí bodu. Ve skupině Analyzovaná oblast lze volitelně zadat i relativní výšku přijímací antény.

Ve skupině Parametry je třeba zadat výkon vysílače (ERP – efektivní vyzářený výkon v kW nebo dBW), dále kmitočet a koeficient zakřivení Země (typicky hodnota 4/3 pro analýzu užitečného signálu, hodnota 3 pro analýzu signálu rušivého).

Nabídka Přesnost obsahuje několik zabudovaných přesností. Výběr konkrétní položky určuje zejména rychlost výpočtu a jeho přesnost. Poslední položka v nabídce „Uživatelská“ umožňuje zvolit vlastní krok azimutu a profilu.

Ve skupině Model šíření je nutné zvolit výpočetní metodu a křivky šíření (lze volit varianty pro požadovaná procenta území a času). Obsah nabídky Metoda se může lišit dle aktuálně nainstalovaných výpočetních serverů. Konfigurace jednotlivých výpočetních serverů je dostupná z menu řídicího panelu systému RadioLab.

Před vlastním výpočtem je možné na dalších dvou záložkách nadefinovat i horizontální a vertikální vyzařovací charakteristiku antény. Pro definici horizontální vyzařovací charakteristiky antény slouží záložka Horiz. diag. Tato záložka je přístupná pouze je-li zaškrtnuta volba Horizontální diagram skupiny Vysílač na záložce Úloha. Hodnoty potlačení pro jednotlivé azimuty lze zadat přímo do tabulky, nebo použít výpočet vyzařovacího diagramu dle Vídeňské dohody. V tomto případě je nutné zadat krok azimutu, úhel natočení celého diagramu a ostatní parametry dle definice z Vídeňské dohody (parametry hlavního a postranního laloku a způsob jejich skládání). Vyzařovacím diagramem lze otáčet pomocí tlačítka Rotace. Diagram se pootočí o počet stupňů uvedených v poli pod

tímto tlačítkem. Tlačítkem Smazat lze tabulku vymazat. Stiskem tlačítka Vytvořit se tabulka naplní diagramem dle definice z Vídeňské dohody. Pomocí tlačítek Načíst a Uložit lze vyzařovací diagram uložit nebo načíst z/do souboru tdd. Do souboru se vždy ukládá pouze tabulka – tedy hodnoty potlačení pro jednotlivé azimuty. Parametry sloužící pro tvorbu diagramu dle Vídeňské dohody se neukládají, a nejdou tedy ani po načtení souboru zpětně zrekonstruovat. Vyzařovací charakteristika antény může být také obsažena v souboru definice vysílače (přípona trd).

Pro definici vertikální vyzařovací charakteristiky antény slouží záložka Vert. diag. Tato záložka je přístupná pouze je-li zaškrtnuta volba Vertikální diagram skupiny Vysílače na záložce Úloha. Práce s touto záložkou je obdobná jako u záložky Horiz. diag.

Po výběru všech požadovaných parametrů lze provést vlastní výpočet stiskem tlačítka Výpočet. Informace o právě probíhající fázi výpočtu je uveden ve stavové řádce formuláře. Postup právě probíhající fáze výpočtu je indikován ve spodní části záložky Úloha. Výpočet lze ve většině fází předčasně ukončit pomocí tlačítka Přerušit (kurzor myši může mít tvar hodin). Po úspěšném dokončení výpočtu je přítomnost vypočtených dat ve formuláři indikována ikonou diagramu v levé části stavové řádky. Tlačítko Výpočet nelze stisknout. Po editaci parametrů s nimiž proběhl výpočet se však tato data zneplatní, výpočet je možné provést znovu. Vypočtený diagram pokrytí lze uložit pomocí menu Systém/Uložit digram pokrytí. Podporovány jsou formáty souborů luc a ddf. S posledně jmenovaným je možné pracovat pomocí RadioLab AddInu Zobrazovač digramů.

Vypočtená data lze zobrazit v Mapovém serveru i ve Výškopisné mapě prostřednictvím tlačítek Zobrazit V. Mapa a Zobrazit Map server umístěných ve spodní části formuláře. Obě mapy jsou pod správou Vizualizačního manažeru, je tedy možné zobrazit více diagramů ve více mapách, vytvářet srovnávací scénáře, apod....

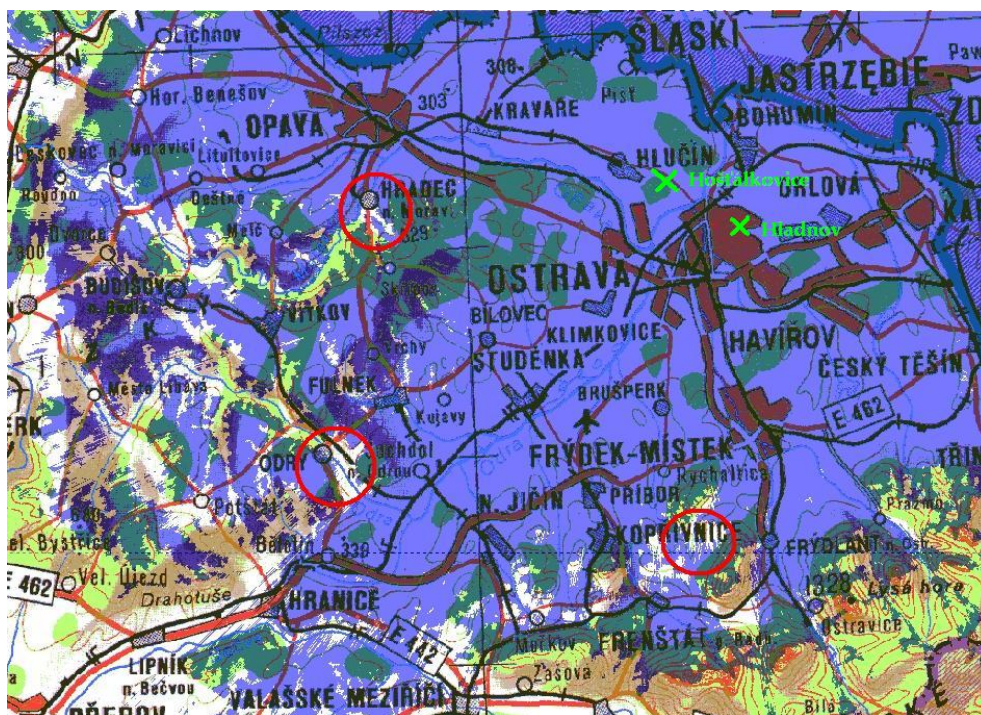
Skupina Zobrazení na záložce Úloha obsahuje některá nastavení sloužící pro proces vizualizace. Jde zejména o volbu barevné stupnice z příslušné nabídky. Stiskem tlačítka '...' umístěného vedle nabídky barevných stupnic se aktivuje RadioLab AddIn Barevné stupnice, sloužící zejména pro výběr použitého souboru barevných stupnic a pro vlastní editaci jednotlivých stupnic. Po instalaci je systém Pokrytí napojen na sdílený soubor barevných stupnic z adresáře CRCComm. Bližší popis problematiky je uveden v nápovědě pro systém Barevné stupnice.

Při zaškrtnuté volbě Vymazat všechny diagramy se před přenesením vypočteného diagramu do mapy všechny předchozí diagramy (i z jiných aplikací) vymažou. Volba Vymazat poslední diagram před přenesením vypočteného diagramu do mapy vymaže z této mapy naposledy přidaný diagram. Tato volba je užitečná zejména při analýze různých variant pro jeden vysílač, kdy zamezí překryvu diagramů se stejným středem.

4 Problémové oblasti příjmu DVB-T

4.1 Výběr problémových oblastí příjmu signálu MUX1.

Prvním krokem ke zjištění, zda je určitá oblast pokrytá signálem digitální televize je vytvoření simulací programem RadioLab, který jsem stručně popsal v předchozí části.



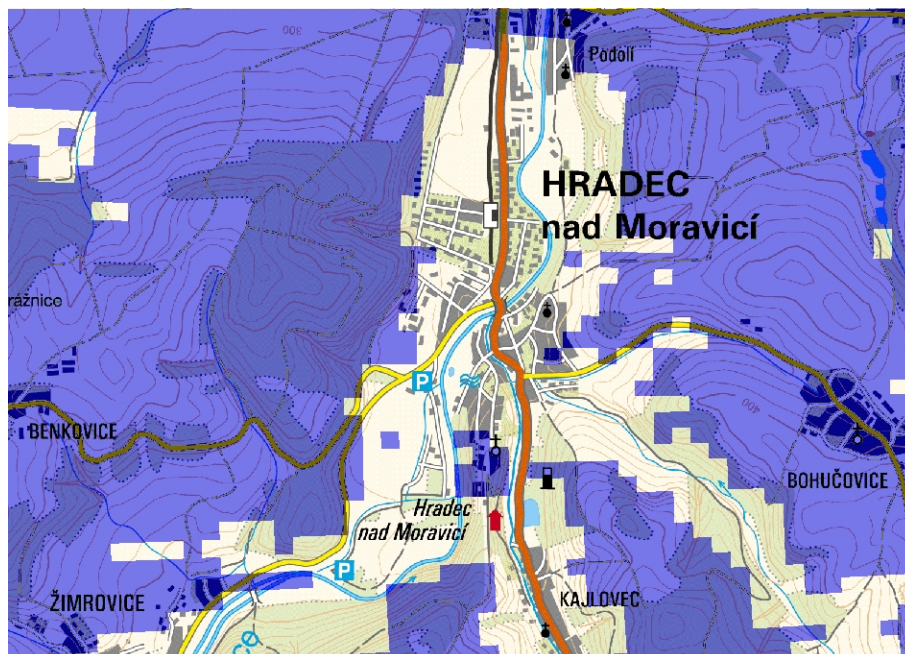
Obrázek 7: Simulace pokrytí území Moravskoslezského kraje signálem MUX1, 54.kanal.

Na základě těchto simulací pokrytí je zřejmé, že po spuštění vysílače MUX1 z Ostravy Hošťálkovic s ERP 100 kW je celé území města Ostravy a blízké okolí signálem spolehlivě pokryto. Problémy s příjmem nastávají až ve větších vzdálenostech. Ve své práci jsem se zaměřil na tři oblasti, ve kterých je poměrně husté osídlení a problémy s příjmem může mít značné množství obyvatel. Na obr. 8, obr. 9 a obr. 10 jsou znázorněny simulace z Radiolabu, které zachycují teoretické pokrytí těchto tří vytipovaných oblastí.

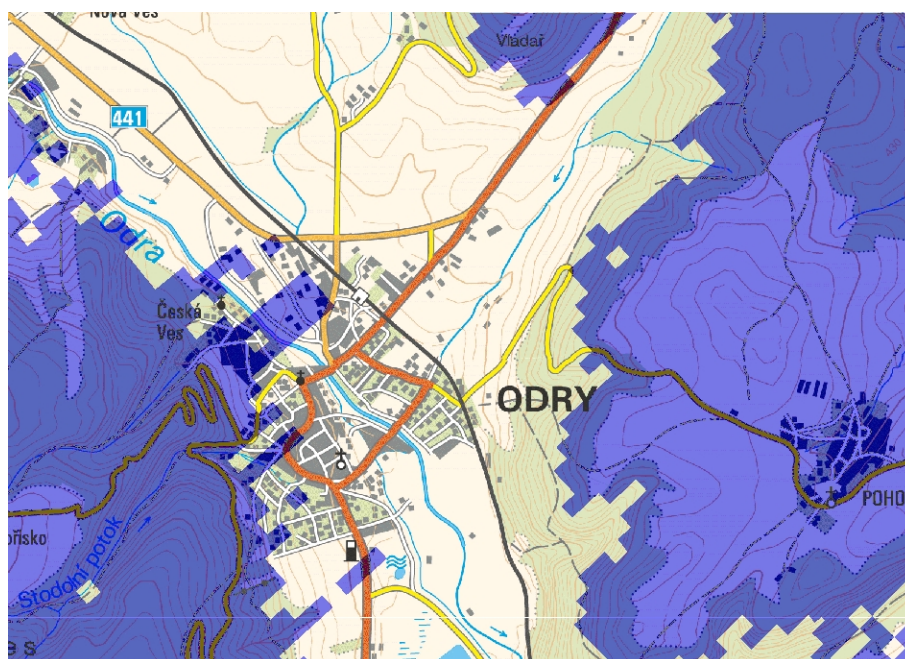
První z těchto oblastí je město Hradec nad Moravicí. V podstatě celé město leží v údolí sevřeném ze západní a východní strany poměrně vysokými kopci. Nejvyšší z nich ve směru na oba ostravské vysílače je Podvihovský vrch s nadmořskou výškou 511 metrů.

Druhou oblastí je město Odry, které je ve směru na oba v současné době provozované vysílače zastíněno 465 metrů vysokým Tošovickým kopcem. Napravo od tohoto kopce se nachází dlouhý pás Pohořských vrchů, které svou výškou přes 400 metrů dále komplikují situaci s příjmem v Odrách.

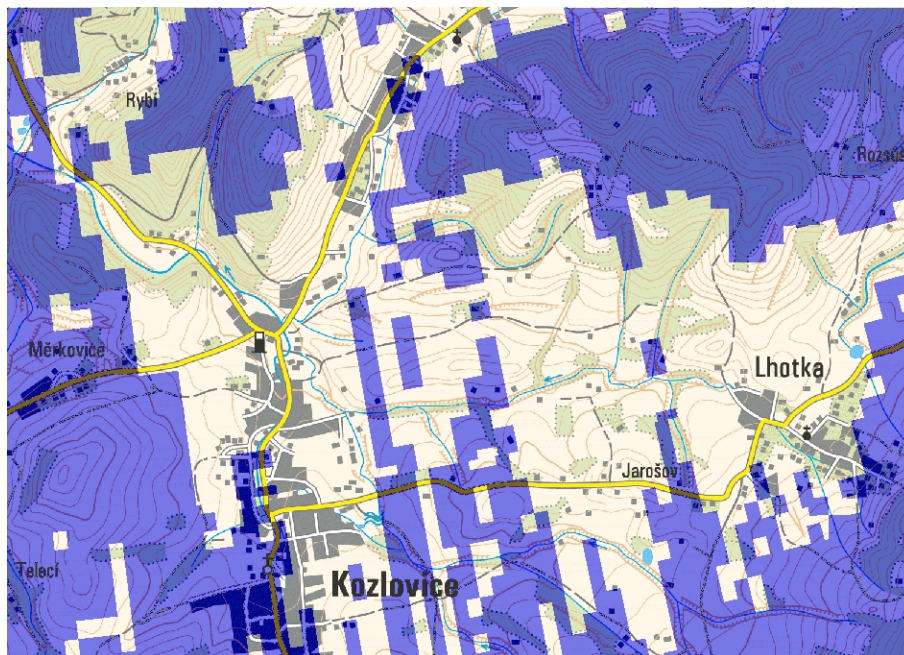
Třetí a poslední oblastí je obec Kozlovice a blízké okolí ve směru na Palkovice. Dolní část obce a přilehlá část Lhotka je z velké části ve stínu Palkovických vrchů. V nich se jako



Obrázek 8: Simulace pokrytí města Hradec nad Moravicí signálem DVB-T na 54.kanále.



Obrázek 9: Simulace pokrytí města Odry signálem DVB-T na 54.kanále.



Obrázek 10: Simulace pokrytí obce Kozlovice signálem DVB-T na 54.kanále.

problém jeví především poměrně vysoký Hradní vrch se zříceninou hradu Hukvaldy. Ve směru na vysílače stojí také 601 metrů vysoká hora Kazničov a 660 metrů vysoký Kubánkov.

Všechny tyto simulace jsou vygenerovány pro úroveň signálu 56dB, kterou udává vyhláška jako minimální pro 54. kanál a jsou uvedeny také v příloze na obr. 20 na straně 60, obr. 21 na straně 61 a obr. 22 na straně 62. Zde také uvádím simulace vypočtené pro úroveň 50dB, která dle praktických zkušeností bezpečně stačí pro bezchybný příjem signálu DVB-T v pásmu UHF. Uvedené simulace jsou v příloze na obr. 23 na straně 63, obr. 24 na straně 64 a obr. 25 na straně 65.

4.2 Měření signálu ve vytipovaných oblastech.

V této části práce uvedu výsledky praktického ověření situace ve vytipovaných oblastech, které se jeví na základě simulací jako problémové z hlediska příjmu signálu MUX1.

Měření jsem provedl měřicím přístrojem SEFRAM 7825 doplněným o UHF Yagi anténu se ziskem na 54. kanále 14,5 dB dle dokumentace. Toto vybavení mi bylo zapůjčeno VŠB-TUO Ostrava.

Frekvenční rozsah	:	45–865 MHz
Dynamický rozsah	:	20 – 120 dBuV
Dekodér COFDM	:	norma EN 300-744
Měřicí filtry	:	automaticky 100 kHz nebo 300 kHz
Přesnost měření	:	+ / – 1%

Tabulka 13: Parametry měřicího přístroje SEFRAM 7825.

Měřicí přístroj a také přijímací anténa splňují minimální požadavky na technické vlastnosti měřicí soupravy uvedené v přílohách č.1 a 2 k vyhlášce č. 163/2008 Sb. Subjektivní hodnocení kvality přijímaného signálu jsem prováděl rovněž měřicím přístrojem Sefram 7825, který je vybaven také dekodérem MPEG2 signálu. Obraz je možno sledovat na obrazovce a zvuk kontrolovat na vestavěném reproduktoru. Měřicí přístroj ukazuje hodnotu svorkového napětí na anténě sniženou o útlum použitého kabelu připojeného mezi anténu a vstup měřicího přístroje. Abychom získali hodnotu intenzity elektromagnetického pole, musíme údaj z měřicího přístroje korigovat.

Hodnota intenzity elektromagnetického pole se vypočítá z hodnoty vf napětí naměřeného měřicím přístrojem podle vztahu:

$$E_{dB\mu V/m} = U_{dB\mu V} + AF + a_k \quad [dB\mu V/m, dB\mu V, m^{-1}, dB] \quad \text{kde je:}$$

- $E_{dB\mu V/m}$ - intenzita elektromagnetického pole
- $U_{dB\mu V}$ - naměřená úroveň vf napětí
- AF - anténní faktor
- a_k - útlum kabelu

Anténní faktor ve výše uvedeném vzorci se vypočítá následovně:

$$AF_{54k} = \sqrt{\frac{480 \cdot \pi^2}{Z \cdot \lambda^2 \cdot G_r}} \quad \text{kde je:}$$

- AF_{54k} - anténní faktor na 54. kanále
- Z - impedance antény 75Ω
- λ - vlnová délka 54. kanálu - 0,4605 m
- G_r - zisk antény zjištěný kalibrací oproti půlvlnnému dipólu - 14,5 dB

Pro použitou anténu je tedy hodnota anténního faktoru na 54. kanále:

$$AF_{54k} = \sqrt{\frac{480 \cdot \pi^2}{75 \cdot 0,4605^2 \cdot 14,5}} = 5,13 \text{ m}^{-1}$$

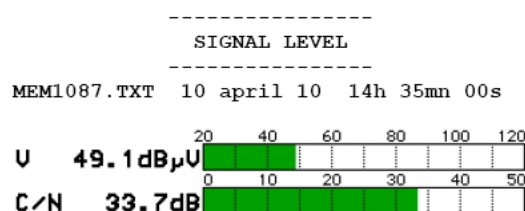
Útlum použitého kabelu RG59 o délce 15 metrů byl změřen $a_k = 3,5 \text{ dB}$.

Celkově je tedy dle výše uvedeného vztahu k hodnotě naměřené měřicím přístrojem SEFRAM přičíst součet hodnot anténního faktoru a útlumu kabelu. Hodnota intenzity elektromagnetického pole je tedy rovna:

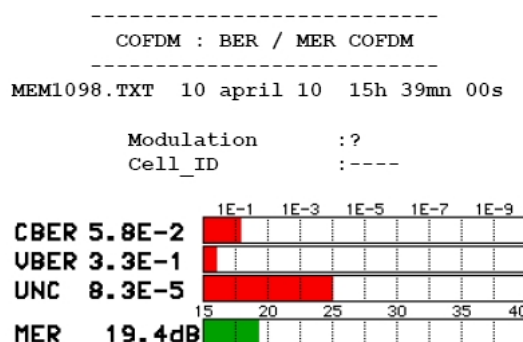
$$E_{\text{dB}\mu\text{V/m}} = U_{\text{dB}\mu\text{V}} + 5,13 + 3,5 = U_{\text{dB}\mu\text{V}} + 8,63 \quad [\text{dB}\mu\text{V/m}]$$

Je tedy nutno k hodnotě úrovně zobrazené na měřicím přístroji **8,63 dB**.

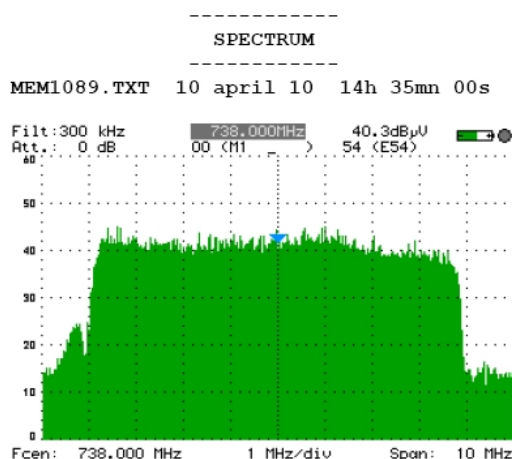
V následující části uvádím v tabulkách naměřené hodnoty intenzity elektromagnetického pole, modulační chybovosti MER, bitové chybovosti BER a také subjektivní hodnocení měřeného signálu pro jednotlivé vytipované oblasti, ve kterých je předpoklad problémového příjmu signálu MUX1. Jednotlivá měření se ukládají do paměti měřicího přístroje Sefram a na obrázcích dále jsou znázorněny ilustrační screeny z jednotlivých měření. Na obr. 11 je úroveň signálu a odstup signál/šum. Na obr. 12 vidíme hodnoty BER před a za Viterbiho dekodérem a celkový počet chybných paketů. Spodní bargraf ukazuje hodnotu modulační chybovosti MER. Obr. 13 ukazuje frekvenčně-amplitudové spektrum vř signálu DVB-T. Zde je samozřejmě požadavek na co nejmenší rozptyl amplitud jednotlivých nosných OFDM signálu.



Obrázek 11: Obrazovka přístroje Sefram při měření úrovně signálu.



Obrázek 12: Obrazovka přístroje Sefram při měření chybovosti signálu.



Obrázek 13: Obrazovka přístroje Sefram při měření of spektra signálu.

4.2.1 Hradec nad Moravicí

Měření v Hradci nad Moravicí jsem zahájil ve spodní části obce na prostranství před vlakovým nádražím. Směr na Ostravu je skryt za vysokým kopcem a již při příjezdu bylo zřejmé, že zde signál DVB-T vysílání nemůže být. Měření tuto domněnku potvrdilo a měřicí přístroj ukazoval stejnou hodnotu signálu na úrovni vlastního šumu přijímače s připojenou anténou i bez ní. Tato situace je v podstatě na celém území Hradce nad Moravicí s výjimkou prostoru kolem zámku, který je na vyvýšeném místě. Avšak i zde nebylo možné přijímat signál DVB-T na 54.kanále. Intenzita byla sice poměrně vysoká ($47,1 \text{ dB}\mu\text{V/m}$), spektrum signálu však bylo značně nerovnoměrné a chybovost natolik velká, že se přijímač nedokázal zasynchronizovat.

Zjištěný stav není nijak překvapující. V Hradci nad Moravicí není možno přijímat rovněž signál analogové televize z vysílačů Hoštálkovice či Praděd. Nad obcí je vybudován objekt Českých Radiokomunikací, ve kterém jsou umístěny převaděče analogového televizního signálu pro tuto obec. Vzhledem k tomu, že není předpoklad příjmu digitálního vysílání ani z vysílačů Lysá hora, respektive Praděd, považuji tuto oblast o poměrně velkém počtu obyvatel za kandidáta na vybudování digitálních vykrývačů, tzv. Gap fillerů. Jejich nasazení je však zcela na uvážení držitelů licencí na provozování digitálního vysílání v pásmu DVB-T.



Obrázek 14: Měřicí body Hradec nad Moravicí.

Měřicí místo Číslo/popis	Nadmořská výška [m]	LON	LAT	Intenzita	BER	MER	Subjektivní hodnocení
		WGS84	WGS84	dB μ V/m		dB	
1. Nádraží	280	17°52'34"	49°52'35"	29,6	-	-	bez signálu
2. Pod zámkem	292	17°52'33"	49°52'14"	29,6	-	-	bez signálu
3. Kostel	345	17°52'30"	49°51'56"	47,1	3,4xE-1	18,3	Q1
4. Fučíkova	282	17°52'41"	49°52'32"	29,6	-	-	bez signálu
5. Slezská	282	17°52'20"	49°52'33"	29,6	-	-	bez signálu
6. Lidická	291	17°52'50"	49°52'16"	29,6	-	-	bez signálu
7. Žižkova	293	17°52'21"	49°52'21"	29,6	-	-	bez signálu

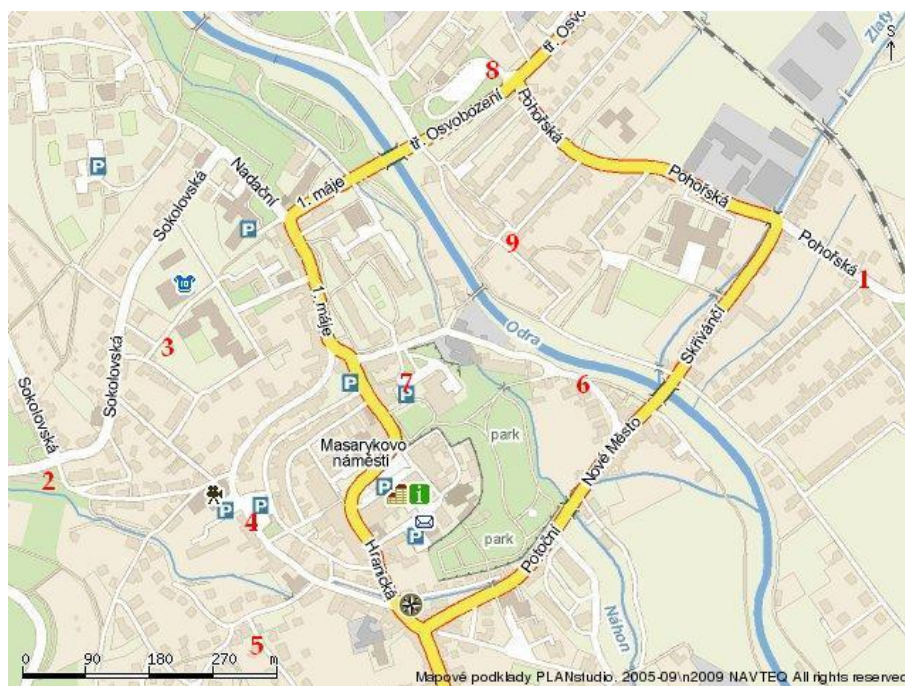
Tabulka 14: Tabulka naměřených hodnot Hradec nad Moravicí.

4.2.2 Odry

Město Odry je rozděleno na dvě části. První z nich je rozložena na rovině kolem řeky Odry s nadmořskou výškou kolem 360 metrů. V této části je možno očekávat značné problémy s příjmem signálu DVB-T z ostravských vysílačů. Druhá část města je položena na úpatí Veselského kopce a stoupá až k nadmořským výškám 450 metrů. Zde je možno i na základě simulaci předpokládat dobrý příjem signálu DVB-T. Měřením by se měla nalézt hranice, která rozdělí území města Odry na část s možným příjmem signálu a část, ve které není možno signál přijímat.

Měření jsem zahájil v dolní části obce na ulici Pohořské. Přesně podle předpokladu se ukázalo, že intenzita signálu MUX1 je nízká a pohybuje se kolem $38 \text{ dB}\mu\text{V/m}$. Tato úroveň je samozřejmě pro příjem signálu digitální televize zcela nedostatečná. Podobná situace je také v dalších místech v okolí řeky Odry, přijímač se vůbec nezasynchronizuje. Na měřicích místech na Autobusovém nádraží a v ulici Růžové byla intenzita signálu kolem $44 \text{ dB}\mu\text{V/m}$. To již umožnilo zasynchronizování přijímače, avšak chybovost byla značná a měřicí přístroj nebyl schopen zrekonstruovat původní datový tok.

Jiná situace je v horní části města. Zde se na všech měřicích bodech pohybovala intenzita elektromagnetického pole nad $51 \text{ dB}\mu\text{V/m}$. Chybovost MER byla dostatečně nad potřebnou hodnotou 22 dB a kvalita příjmu byla na stupni Q5, zcela bez problému. Hranice, která dělí Odry na část s možností příjmu a na část bez dostatečné úrovně signálu se nachází přibližně na úrovni spodní části náměstí, v nadmořské výšce kolem 380 metrů.



Obrázek 15: Měřicí body Odry.

Měřicí místo Číslo/popis	Nadmořská výška [m]	LON	LAT	Intenzita	BER	MER	Subjektivní hodnocení
		WGS84	WGS84	dB μ V/m		dB	
1. Pohořská	355	17°50'23"	49°39'51"	38,6	-	-	málo signálu
2. Sokolovská	415	17°49'27"	49°39'44"	52,1	9xE-9	24,1	Q5
3. Příční	398	17°49'33"	49°39'50"	51,2	9xE-9	24,4	Q5
4. Kopečná	385	17°49'40"	49°39'42"	57,7	9xE-9	28,9	Q5
5. Jižní	365	17°49'45"	49°39'31"	39,7	-	-	málo signálu
6. Nové město	351	17°50'02"	49°39'48"	40,4	-	-	málo signálu
7. Zámecká	383	17°49'51"	49°39'47"	55,2	9xE-9	27,9	Q5
8. Aut. nádraží	352	17°49'59"	49°40'02"	44,5	3xE-1	19,4	Q1
9. Růžová	354	17°49'58"	49°39'55"	44,3	3xE-1	19,1	Q1

Tabulka 15: *Tabulka naměřených hodnot Odry.*

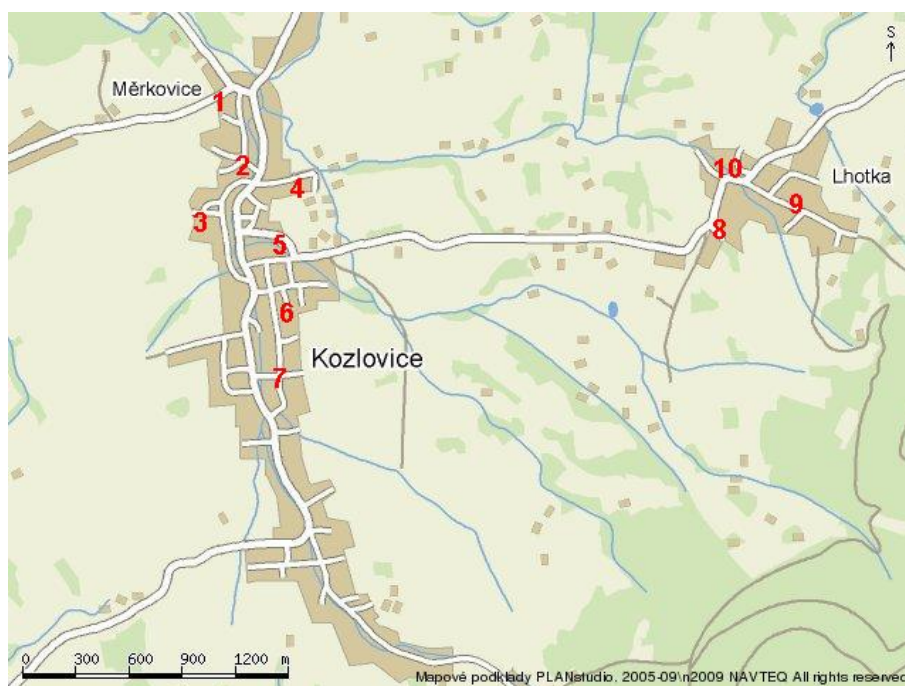
Vzhledem k tomu, že v Odrách je dlouhodobě problém přijímat také programy analogové televize, především programy Prima a ČT2, mnoho obyvatel Oder již dávno využívá satelitní příjem. Na rodinných domech je málokdy umístěn anténní systém pro příjem zemského vysílání, většinou pouze VHF anténa na 1.kanál, případně Yagi UHF anténa směrem na Lysou horu. Domnívám se, že pro většinu obyvatel není příjem DVB-T signálu prioritní a ani v budoucnu jej nebude využívat. Spodní část Oder zřejmě nebude pokryta signálem digitální televize ani po spuštění vysílačů na Pradědu či Lysé hoře. Nepředpokládám ani nasazení digitálního vykrývače, protože na kopcích v okolí Oder není žádný objekt na který by mohl být umístěn. Vysílač Českých radiokomunikací na Veselském kopci město Odry nepokrývá.

4.2.3 Kozlovice a Lhotka

Obec Kozlovice je položena na obou březích Ondřejnice a stoupá od křižovatky na Měrkovici a Frýdek - Místek směrem k Frenštátu pod Radhoštěm. Měření jsem zahájil na prostranství před benzínovou pumpou ve spodní části obce. Dle předpokladu zde byla intenzita signálu velmi nízká, kolem 35,6 dB. Podobná situace se opakovala na dalších měřicích místech ve spodní části obce. Směrem k horní, výše položené části obce intenzita signálu stoupala a na úrovni školy a obchodního střediska již byla intenzita 45,6 dB a příjem bez problému. Od těchto míst směrem k horní části obce je již příjem vysílání DVB-T z Ostravy možný.

V přílehlé obci Lhotka jsem naměřil dostatečnou úroveň signálu pouze v okolí hřbitova, kde je nadmořská výška 480 metrů. V okolí obecního úřadu a ve středu obce kolem místní restaurace je intenzita signálu nedostatečná, přesné hodnoty jsou opět uvedeny v tabulce.

V éře analogové televize nebyla potřeba přijímat v obci Kozlovice a okolí včetně Lhotky signál z vysílače Hošťálkovice. Toto území bylo zcela pokryto vysíláním z vysílače na Radhošti. V současné době se však dosud neuvažuje o zahájení zemského digitálního vysílání z Radhoště a po vypnutí analogových vysílačů dojde k velmi vážným



Obrázek 16: Měřicí body Kozlovice a Lhotka.

komplikacím s příjmem televizního vysílání. Na rozdíl od výše zmíněných Oder zde totiž nemá většina obyvatel instalován satelitní přijímač. Domnívám se, že podobné problémy vzniknou po vypnutí analogového Radhoště také ve Frenštátě, Rožnově, ve všech obcích směrem od Rožnova k Horní Bečvě a na druhou stranu ve směru na Valašské Meziříčí. Situace se bude muset řešit a předpokládám, že se nakonec z Radhoště digitálně vysílat bude.

Měřicí místo Číslo/popis	Nadmořská výška [m]	LON	LAT	Intenzita	BER	MER	Subjektivní hodnocení
		WGS84	WGS84	dB μ V/m		dB	
1. Kozlovice	370	18°15'20"	49°36'10"	35,6	-	-	málo signálu
2. Kozlovice	380	18°15'23"	49°36'06"	35,4	-	-	málo signálu
3. Kozlovice	385	18°15'25"	49°35'59"	35,4	-	-	málo signálu
4. Kozlovice	400	18°15'33"	49°36'03"	36,6	-	-	málo signálu
5. Kozlovice	405	18°15'31"	49°35'57"	37,8	-	-	málo signálu
6. Kozlovice	412	18°15'42"	49°35'56"	40,6	-	-	málo signálu
7. Kozlovice	433	18°15'26"	49°35'50"	45,6	5xE-9	22,2	Q5
8. Lhotka hřbitov	480	18°17'27"	49°35'33"	48,7	9xE-9	23,4	Q5
9. Lhotka obec. úřad	462	18°17'51"	49°35'50"	39,6	-	-	málo signálu
10. Lhotka střed	425	18°17'37"	49°35'42"	37,4	-	-	málo signálu

Tabulka 16: Tabulka naměřených hodnot dolní Kozlovice a Lhotka.

5 Závěr

Ve své práci jsem se pokusil shrnout, jak daleko došla digitalizace v Moravskoslezském kraji za posledních pět let. V Ostravě a širokém okolí jsou již k dispozici všechny programy vysílané v rámci čtyř celoplošných multiplexů, programy ČT1 a Nova dokonce ve vysokém rozlišení HD. Během letošního roku díky spuštění vysílačů na Lysé hoře a Pradědu bude signál multiplexu veřejnoprávní televize dostupný prakticky na celém území kraje a nic nebude bránit vypnutí analogových vysílačů České televize. V příštím roce přibude v éteru signál z dalších vysílačů multiplexu Českých radiokomunikací. Poté se ukáže, která dílčí území kraje zůstanou nepokrytá a podobně jako je tomu dnes na území Čech, jistě dojde ke zprovoznění několika digitálních vykrývačů. Na závěr bych chtěl vyjádřit svůj osobní názor, že přechod na zemské digitální televizní vysílání přišel dost pozdě. Dnes není problém velmi levně pořídit satelitní příjem s mnohem širší nabídkou programů, především se sportovním zaměřením. Z toho důvodu si myslím, že většina diváků využívá právě tuto možnost. Ve větších městech je obrovskou konkurencí nabídka kabelových televizí, navíc ve spojení s nabídkou širokopásmového přístupu k internetu. Dalším soupeřem v boji o přízeň především mladých diváku je samozřejmě také internetová televize IPTV. I přesto si však myslím, že pozemní digitální televizní vysílání má své nezastupitelné, pevné místo mezi poskytovateli televize u nás.

Rudolf Medula

6 Literatura

- [1] Vyhláška č.163/2008 Sb. vydaná Českým telekomunikačním úřadem dne 30.dubna 2008.
- [2] CRC data. *Radiolab 3.5a, uživatelská příručka*. Praha: Vl.n., 1997-2010. Pokrytí, s.135.
- [3] DigiZone.cz [online]. 2005-2010 [cit. 2010-03-15]. *Mapy-pokryti-multiplex-1-ceska-televize*. Dostupné z WWW:<<http://digizone.cz>>
- [4] DigiZone.cz [online]. 2005-2010 [cit. 2010-03-15]. *Mapy-pokryti-multiplex-2-radiokomunikace*. Dostupné z WWW:<<http://digizone.cz>>
- [5] DigiZone.cz [online]. 2005-2010 [cit. 2010-03-15]. *Mapy-pokryti-multiplex-3-czech-digital-group*. Dostupné z WWW:<<http://digizone.cz>>.
- [6] DigiZone.cz [online]. 2005-2010 [cit. 2010-03-15]. *Mapy-pokryti-multiplex-4-telefonica-02*. Dostupné z WWW:<<http://digizone.cz>>.
- [7] Ltv-plus.cz [online]. 2008-2010 [cit. 2010-03-15]. *Mapa digital2.html*. Dostupné z WWW:<<http://ltv-plus.cz>>.
- [8] Radiokomunikace.cz [online]. 2008-2010 [cit. 2010-03-16]. *Terminy-spousteni-digitalniho-vysilani-v-cr.html*. Dostupné z WWW:<<http://radiokomunikace.cz>>.
- [9] Radiokomunikace.cz [online]. 2008-2010 [cit. 2010-03-16]. *Odborne-informace.html*. Dostupné z WWW:<<http://radiokomunikace.cz>>.
- [10] DVORSKÝ, Marek; ŠEBESTA, Roman. *Kat440.vsb.cz* [online]. 2009-4-2 [cit. 2010-04-15]. *Prubezna_zprava_mereni_dvbt.pdf*. Dostupné z WWW:<<http://kat440.vsb.cz>>.

A Vyhláška 163/2008 sb. ze dne 30.dubna 2008 o způsobu stanovení pokrytí signálem zemského televizního vysílání

Český telekomunikační úřad stanoví podle § 150 odst. 5 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích), ve znění pozdějších předpisů, (dále jen „zákon“) k provedení § 112 odst. 4 tohoto zákona, ve znění zákona č. 235/2006 Sb. a zákona č. 304/1997 Sb.:

§ 1

Vymezení pojmů.

Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- a) zemským digitálním televizním vysíláním televizní vysílání ve standardu DVB-T, kdy pro přenos signálu rádiovým kanálem je využíváno digitální modulační schéma,
- b) zemským analogovým televizním vysíláním televizní vysílání, kdy pro přenos signálu rádiovým kanálem je využívána analogová modulace s jedním částečně potlačeným postranním pásmem (AM-VSB),
- c) rádiovým kanálem část rádiového spektra vymezená následujícím způsobem:
 1. v I. televizním pásmu 48,5–66 MHz pro rádiový kanál označený R1 vymezený k zemskému analogovému vysílání rozsahem rádiových kmitočtů od 48,5–56,5 MHz, pro rádiový kanál označený R2 vymezený k zemskému analogovému vysílání rozsahem rádiových kmitočtů 58–66 MHz,
 2. ve III. televizním pásmu 174 – 230 MHz pro rádiový kanál označený n a vymezený k digitálnímu vysílání rozsahem kmitočtů od $(174 + (n - 5) * 7)$ do $(174 + (n - 4) * 7)$ v MHz, kde n je rovno 5 – 12,
 3. ve IV. a V. televizním pásmu 470–862 MHz pro rádiový kanál označený n a vymezený k zemskému analogovému i digitálnímu vysílání rozsahem rádiových kmitočtů od $(470 + (n - 21) * 8)$ do $(470 + (n - 20) * 8)$ v MHz, kde n je rovno 21 – 69, přičemž hranici mezi IV. a V. televizním pásmem tvoří horní kmitočet rádiového kanálu 34,
- d) pevnou přijímací anténou směrová anténa se ziskem minimálně 3, 5 dB v I. televizním pásmu, 7 dB ve III. televizním pásmu, 10 dB ve IV. televizním pásmu a 12 dB v V. televizním pásmu, umístěná vně budovy v úrovni střechy nebo mimo zástavbu ve výšce 10 m nad úrovní terénu,
- e) televizním přijímačem zařízení technicky způsobilé k individuálně volitelné reprodukci televizního signálu bez ohledu na způsob příjmu¹,
- f) standardním přijímacím zařízením:

¹ § 2 odst. 2 zákona č. 348/2005 Sb., o rozhlasových a televizních poplatcích a o změně některých zákonů.

1. pro zemské analogové televizní vysílání televizní přijímač o minimální citlivosti -61 dBm v I. a III. televizním pásmu a -58 dBm ve IV. a V. televizním pásmu připojený koaxiálním kabelem s impedancí 75Ω k pevné přijímací anténě,
2. pro zemské digitální televizní vysílání televizní přijímač o minimální citlivosti -77 dBm připojený koaxiálním kabelem s impedancí 75Ω k pevné přijímací anténě.

Za standardní přijímací zařízení pro zemské analogové nebo digitální televizní vysílání se považuje i televizní přijímač připojený ke kabelovému systému² zajišťujícímu společný příjem televizního vysílání,

- g) vysílačem vysílací rádiové zařízení určené pro šíření zemského analogového televizního vysílání (dále jen „analogový vysílač“) nebo zemského digitálního televizního vysílání (dále jen „digitální vysílač“),
- h) měřicím bodem místo, kde je měřena intenzita elektromagnetického pole a případné další parametry televizních signálů a subjektivně hodnocena kvalita televizního signálu; měřicí bod je určen zeměpisnými souřadnicemi v soustavě Světového geodetického referenčního systému 1984 (WGS84) podle zvláštního právního předpisu³, podrobnějším popisem místa a adresou, pokud je pro toto místo stanovena,
- i) měřicí soupravou pro měření intenzity elektromagnetického pole souprava tvořená anténou se známým anténním faktorem (dále jen „měřicí anténa“), měřicím přijímačem nebo analyzátozem spektra (dále jen „měřicí přístroj“) a koaxiálním kabelem s impedancí přizpůsobenou měřicí anténě a měřicímu přístroji,
- j) anténním faktorem konstanta udávaná v dB, sloužící k přepočítání hodnoty napětí naměřené měřicím přístrojem na svorkách měřicí antény, udávané v $\text{dB}\mu\text{V}$, na intenzitu elektromagnetického pole, udávanou v $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$.

§ 2

Intenzita elektromagnetického pole

1. Pokrytí území televizním vysíláním se posuzuje na základě zjištěných hodnot intenzity elektromagnetického pole (dále jen „intenzita“) signálu zemského televizního vysílání.
2. Intenzita signálu zemského televizního vysílání se stanovuje v případě

²§ 2 odst. 1 písm. v) zákona č. 231/2001 Sb., o provozování rozhlasového a televizního vysílání a o změně dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

³Nářízení vlády č. 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání.

- a) analogového vysílání na základě výpočtu za podmínek podle § 4 a v případě ověření výsledku výpočtu měřením provedeným podle § 9, 10 a 11,
- b) digitálního vysílání na základě výpočtu za podmínek podle § 5 a v případě ověření výsledku výpočtu měřením provedeným podle § 9, 10 a 12.

§ 3

1. Pro účely výpočtu intenzity se používá digitální model terénu v rastru 100 x 100 m s trojúhelníkovou interpolací bez uvažování morfologie zejména zástavby a porostů.
2. Výpočet intenzity respektuje signály vysílačů, které jsou uvedeny v databázi Českého telekomunikačního úřadu a jejichž provoz zvyšuje úroveň rušení přijímaného signálu v posuzovaném území (dále jen „známé rušící signály“). Znamé rušící signály pro výpočet jsou dány technickými parametry vysílačů provozovaných na území České republiky a zahraničních mezinárodně zkoordinovaných analogových nebo digitálních vysílačů. Při výpočtu se uvažuje pouze troposférické rušení.

§ 4

Metoda stanovení intenzity na území pokrytém signálem zemského analogového televizního vysílání výpočtem

Výpočet intenzity se provádí s následujícími parametry:

- a) minimální hodnoty intenzity užitečného signálu zemského analogového televizního vysílání jsou:

TV pásmo	Rozsah rádiových kanálů	$E_{\min}(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})$
I.	48,5 – 66 MHz	48
III.	174 – 230 MHz	55
IV.	470 – 582 MHz	65
V.	582 – 862 MHz	70

- b) křivky šíření elektromagnetických vln jsou vztaženy pro 50 % míst, 50 % času pro užitečný signál a pro 50 % míst, 10 % času pro rušící signál,
- c) příjem na pevnou přijímací anténu,
- d) v místě příjmu (clearance angle) (dále jen „korekční faktor na CA“); korekční faktor na CA musí být obsažen v metodě výpočtu,
- e) ochranné poměry pro výpočet rušení analogového televizního signálu způsobeného digitálním televizním signálem jsou:

f) ochranné poměry pro výpočet rušení analogového televizního signálu způsobeného analogovým televizním signálem jsou:

1. pro shodný rádiový kanál:

Offset - násobky 1/12 řádkového kmitočtu
Normální offset - stabilita ± 500 Hz
Přesný offset - stabilita ± 1 Hz

Přesný offset - stabilita ± 1 Hz

2. pro sousední rádiové kanály:

sousední horní	-6 dB
sousední dolní	-9 dB

Metoda stanovení intenzity na území pokrytém signálem zemského digitálního televizního vysílání výpočtem

Výpočet intenzity se provádí s následujícími parametry

a) minimální hodnoty intenzity užitečného signálu zemského digitálního televizního vysílání jsou:

b) křivky šíření elektromagnetických vln jsou vztaženy pro 50 % míst, 50 % času pro užitečný signál a pro 50 % míst, 1 % času pro rušící signál,

b) křivky šíření elektromagnetických vln jsou vztaženy pro 50 % míst, 50 % času pro užitečný signál a pro 50 % míst, 1 % času pro rušící signál,

- c) příjem na pevnou přijímací anténu,
- d) s korekčním faktorem na CA;
korekční faktor na CA musí být obsažen v metodě výpočtu,
- e) systémová varianta zemského digitálního televizního vysílání je s modulačním schématem šedesátičtyřstavové kvadraturní amplitudové modulace (64-QAM), provozním režimem s počtem 6 817 nosných kmitočtů (8K), kódovým poměrem udávajícím míru zabezpečení přenosového systému proti chybám v hodnotě 2/3 a ochranným intervalem pro zajištění příjmu nerušeného vícecestným šířením (nežádoucími odrazy) a umožňujícího použití jednofrekvenčních sítí v hodnotě 1/4,
- f) ochranné poměry pro výpočet rušení jsou:

Užitečný signál	Rušící signál	Rádiový kanál	Ochranný poměr
digitální	digitální	shodný	20,0 dB
digitální	digitální	sousední	−30,0 dB
digitální	analogový	shodný	4,5 dB
digitální	analogový	sousední horní	−38,0 dB
digitální	analogový	sousední spodní	−35,0 dB

§ 6

Stanovení pokrytí území signálem zemského televizního vysílání

- Pokrytí území se stanoví na základě výpočtu intenzity v oblasti, jejíž hranice odpovídají územnímu členění České republiky⁴ nebo hranicím územní oblasti⁵ (dále jen „zájmové území“).
- Zájmové území je pokryto zemským televizním vysíláním, pokud signál z jednoho nebo více vysílačů dosahuje
 - pro signál zemského analogového televizního vysílání intenzity větší nebo rovné minimální intenzitě pro příjem na pevnou přijímací anténu podle § 4 písm. a) a je dodržena hodnota ochranného poměru podle § 4 písm. e) a f),
 - pro signál zemského digitálního televizního vysílání intenzity větší nebo rovné minimální intenzitě pro příjem na pevnou přijímací anténu podle § 5 písm. a) a je dodržena hodnota ochranného poměru podle § 5 písm. f).
- Pokrytí území signálem zemského televizního vysílání se udává pro jednotlivá zájmová území jako poměr plochy zájmového území pokryté zemským televizním vysíláním a celkové plochy tohoto zájmového území vyjádřený v procentech.

⁴Zákon č. 36/1960 Sb., o územním členění státu, ve znění pozdějších předpisů.

⁵§ 3 nařízení vlády č. 161/2008 Sb., o technickém plánu přechodu zemského analogového televizního vysílání na zemské digitální televizní vysílání (nařízení vlády o technickém plánu přechodu).

§ 7

Odvozené pokrytí obyvatel signálem zemského televizního vysílání

1. Vyhodnocení počtu obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání se provádí pro jednotlivé obce České republiky, přičemž se vychází z počtu obyvatel jednotlivých obcí podle údajů Českého statistického úřadu vyplývajících z posledního provedeného sčítání lidu⁶. V případě dostupnosti aktuálních statistických údajů Českého statistického úřadu se při vyhodnocení může vycházet i z těchto aktuálních údajů.
2. Vyhodnocení pokrytí počtu obyvatel signálem zemského televizního vysílání v obci se provádí pro jednotlivé základní sídelní jednotky⁷ přiřazené příslušné obci. Počet obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání v základní sídelní jednotce se stanoví jako součin podílu území základní sídelní jednotky pokrytého signálem zemského televizního vysílání k celkové ploše území základní sídelní jednotky a celkového počtu obyvatel základní sídelní jednotky. Počet obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání v obci se stanoví jako součet počtu obyvatel pokrytých zemským televizním vysíláním v jednotlivých základních sídelních jednotkách v obci. Počet obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání v obci se zpravidla uvádí jako poměr zjištěného počtu obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání v obci k celkovému počtu obyvatel obce vyjádřený v procentech.
3. Počet obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání pro celou Českou republiku, případně vybranou část území větší než obec, je dán součtem obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání v jednotlivých obcích vybrané části území. Počet obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání se zpravidla uvádí jako podíl zjištěného počtu obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání k celkovému počtu obyvatel České republiky nebo vybrané části území vyjádřený v procentech.

§ 8

Ověření výsledků výpočtu měřením

1. Měření k ověření výsledku výpočtu se provádí zejména v případě
 - a) posuzování signálu z jednoho vysílače zejména v okrajových oblastech území pokrytého signálem tohoto vysílače,
 - b) posuzování signálu z více vysílačů zejména v členitém horském terénu, na částech území zastíněných terénními překážkami, vysokými budovami a podobně.

⁶§ 12 zákona č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě, ve znění pozdějších předpisů.

⁷§ 2 písm. s) zákona č. 89/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

2. V případech, kdy bylo provedeno měření, jsou pro posouzení pokrytí území televizním signálem směrodatné výsledky měření intenzity signálu zemského televizního vysílání a subjektivního hodnocení jeho kvality.

§ 9

Měření intenzity a subjektivní hodnocení kvality signálu

1. Měření intenzity se provádí měřicí soupravou s měřicí anténou a subjektivní hodnocení kvality signálu se posuzuje na televizním přijímači připojeném na anténu pro hodnocení kvality signálu.
2. Minimální požadavky na technické vlastnosti měřicí soupravy a nastavení měřicích přístrojů pro měření intenzity signálu zemského televizního vysílání jsou uvedeny v příloze č. 1 této vyhlášky.
3. Minimální požadavky na technické vlastnosti televizních přijímačů pro subjektivní hodnocení kvality signálu zemského televizního vysílání jsou uvedeny v příloze č. 2 této vyhlášky.
4. Postup při provádění subjektivního hodnocení kvality signálu zemského televizního vysílání je uveden v příloze č. 3 této vyhlášky.
5. Měření intenzity a subjektivní hodnocení kvality přijímaných signálů zemského televizního vysílání se provádí na měřicích bodech.
6. Měřicí body pro měření intenzity a subjektivní hodnocení kvality signálu se volí s ohledem na členitost terénu a zástavby v obci na místech, která nejsou v těsné blízkosti překážek nebo objektů, zastiňujících směr k vysílači, jehož signál je měřen, a nejsou ovlivněna nadzemním metalickým vedením a dalšími vlivy.
7. Měření intenzity a subjektivní hodnocení kvality signálu se provádí
 - a) ve výšce 10 m nad terénem, pokud touto vyhláškou není stanoveno jinak,
 - b) na střechách budov v případech, kdy výškové ohraničení staveb přesahuje výšku 10 m nad terénem.
8. V případech, kdy je změřená hodnota intenzity:
 - a) pro zemské analogové televizní vysílání nižší než hodnota intenzity uvedená v § 4 písm. a), nebo
 - b) pro zemské digitální televizní vysílání nižší než hodnota intenzity uvedená v § 5 písm. a),

je pro vyloučení možnosti měření v lokálním minimu, vzniklém vlivem vícecestného šíření televizních signálů, třeba zjistit maximální hodnotu intenzity při horizontální změně umístění měřicí antény o nejméně 1 m. Nasměrováním měřicí antény na měřený vysílač analogové televize nebo na signál s nejlepším subjektivním hodnocením kvality signálu DVB-T se zjistí závislost intenzity na změně výšky měřicí antény v rozmezí 5 m až 10 m. Ze zjištěných hodnot se vybere maximální hodnota intenzity.

9. Pro každý měřicí bod se stanoví váhový koeficient, který představuje odhad počtu obyvatel dané obce vyjádřený v procentech, které daný měřicí bod reprezentuje. Váhový koeficient pro každý měřicí bod stanovuje měřicí technik v průběhu měření v obci; při stanovení váhového koeficientu se berou v úvahu údaje o počtu obyvatel v příslušné základní sídelní jednotce přiřazené příslušné obci. Součet váhových koeficientů všech měřicích bodů v obci musí být roven 100 %.
10. Údaje o měřicím bodě, datu, době a dalších podmínkách měření se spolu s naměřenými hodnotami intenzity a údaji o subjektivním hodnocení kvality přijímaných signálů zemského televizního vysílání zaznamenávají do tabulky záznamu měření. Vzor tabulky, způsob jejího vyplnění a formát údajů je uveden v příloze č. 4 této vyhlášky.

§ 10

Postup stanovení počtu měřicích bodů

1. Vybere se nejméně 5 měřicích bodů tak, aby tyto zvolené měřicí body představovaly předpokládaná nejhorší a nejlepší přijímací stanoviště pro příslušný měřený signál. Na měřicích bodech se provede měření intenzity a z naměřených hodnot se stanoví rozdíl intenzit podle vzorce:

$$\Delta E = E_{n_{\max.}} - E_{n_{\min.}} \quad \text{kde je:}$$

ΔE rozdíl intenzit,

$E_{n_{\max.}}$ maximální hodnota naměřené intenzity,

$E_{n_{\min.}}$ minimální hodnota naměřené intenzity.

2. Pokud je postupem podle odstavce 1 zjištěna hodnota
 - a) $\Delta E \leq 5$ dB, není třeba zvyšovat počet měřicích bodů,
 - b) $\Delta E > 5$ dB, je třeba zvolit počet měřicích bodů takto:
 1. pokud je ΔE 0 až 5 dB, je počet potřebných měřicích bodů nejméně 5,
 2. pokud je ΔE 6 až 10 dB, je počet potřebných měřicích bodů nejméně 7,
 3. pokud je ΔE 11 až 15 dB, je počet potřebných měřicích bodů nejméně 15,
 4. pokud je ΔE 16 až 20 dB, je počet potřebných měřicích bodů nejméně 27.

V případě, že je ΔE větší než 21 dB, je nutno posuzované území rozdělit na menší, samostatně posuzované části.

§ 11

Měření a vyhodnocení pokrytí území pokrytého signálem zemského analogového televizního vysílání

1. Pro účely měření je zájmovým územím zpravidla území jedné obce, její části nebo území základní sídelní jednotky.
2. Měřicí anténa se nastavuje ve směru maximální intenzity měřeného signálu a anténa pro subjektivní hodnocení kvality se nastavuje ve směru nejlepšího obrazu.
3. Subjektivní hodnocení kvality signálu se provádí postupem a podle stupnice uvedené v příloze č. 3 bodu A.2.
4. Oblast v okolí měřicího bodu je považována za pokrytou, pokud naměřená intenzita dosahuje hodnot minimální intenzity podle přílohy č. 3 bodu A.1. a subjektivní hodnocení kvality signálu je v rozmezí stupňů Q3 až Q5 podle přílohy č. 3 bodu A.2. této vyhlášky.
5. V případě, že se jedná o měření na střeších budov podle § 9 odst. 7 písm. b), je oblast v okolí měřicího bodu považována za pokrytou, pokud naměřená intenzita dosahuje hodnot minimální intenzity podle přílohy č. 3 bodu A.1. a subjektivní hodnocení kvality signálu je
 - a) pro účely skupinového příjmu hodnoceno nejméně stupněm Q4,
 - b) pro účely individuálního příjmu hodnoceno nejméně stupněm Q3podle přílohy č. 3 bodu A.2. této vyhlášky.
6. Výsledné pokrytí zájmového území je dáno jako procento jednotlivých pokrytých měřicích bodů z celkového počtu měřicích bodů.

§ 12

Měření a vyhodnocení pokrytí území pokrytého signálem zemského digitálního televizního vysílání

1. Pro účely měření je zájmovým územím zpravidla území jedné obce, její části nebo území základní sídelní jednotky.
2. Měřicí anténa se nastavuje ve směru, ze kterého je přijímán signál zemského digitálního televizního vysílání s nejlepším subjektivním hodnocením kvality.

3. Na měřicím bodě se kontroluje na analyzátoru spektra tvar spektra přijímaného signálu. V případě, že se provádí měření měřicím přijímačem, provede se měření modulační chybovosti (MER), případně též bitové chybovosti (BER).
4. Oblast v okolí měřicího bodu je považována za pokrytou, pokud naměřená intenzita dosahuje hodnot minimální intenzity podle § 5 písm. a) a subjektivní hodnocení kvality signálu je v rozmezí stupňů Q3 až Q5 podle přílohy č. 3 bodu B.1. této vyhlášky.
5. V případě, že se jedná o měření na střechách budov podle § 9 odst. 7 písm. b), je oblast v okolí měřicího bodu považována za pokrytou, pokud naměřená intenzita dosahuje hodnot minimální intenzity podle § 5 písm. a) a subjektivní hodnocení kvality signálu je
 - a) pro účely skupinového příjmu hodnoceno stupněm Q5,
 - b) pro účely individuálního příjmu hodnoceno nejméně stupněm Q3
 podle přílohy č. 3 bodu B.1. této vyhlášky.
6. Výsledné pokrytí zájmového území je dáno jako procento jednotlivých pokrytých měřicích bodů z celkového počtu měřicích bodů.

§ 13

Vyhodnocení počtu obyvatel pokrytých signálem zemského televizního vysílání

1. Počet obyvatel zájmového území pokrytých signálem zemského televizního vysílání se z naměřených hodnot intenzity a subjektivního hodnocení kvality signálu určuje podle vzorce:

$$P = \sum_{i=1 \dots n} v_i \cdot p_i \quad [\%]$$

- | | |
|-------|--|
| P | počet obyvatel zájmového území pokrytých signálem zemského televizního vysílání, |
| n | počet měřicích bodů, |
| v_i | váhový koeficient stanovený podle § 9 odst. 9, |
| p_i | hodnota vyjadřující pokrytí oblasti reprezentované měřicím bodem stanovená pro zemské analogové televizní vysílání podle § 11 odst. 4 a 5 nebo pro zemské digitální televizní vysílání podle § 12 odst. 4 a 5. Tato hodnota je rovna |
- a) 0 pro měřicí místo nepokryté, nebo
 - b) 1 pro měřicí místo pokryté

signálem zemského televizního vysílání.

2. Výsledný počet obyvatel pokrytých zemským televizním vysíláním v území větším, než je zájmové území, je dán součtem počtu obyvatel pokrytých v jednotlivých zájmových územích.

§ 14

Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti patnáctým dnem ode dne jejího vyhlášení.

Předseda Rady Českého telekomunikačního úřadu:

PhDr. Dvořák, CSc. v. r.

A.1 Příloha č. 1 k vyhlášce č. 163/2008 Sb.

Minimální požadavky na technické vlastnosti měřicí soupravy a nastavení měřicích přístrojů pro měření intenzity signálu zemského televizního vysílání

1. Měřicí souprava pro měření signálu analogového televizního vysílání musí splňovat tyto parametry.

1.1 Měřicí přístroj

kmitočtový rozsah	47 – 862	MHz
přesnost měření	$\pm 2,0$	dB
rozsah měření úrovní	0 – 120	dB μ V
IFBW volitelná minimálně 1x v rozsahu	100 – 300	kHz
detektor	PK,AV	
potlačení zrcadlových kmitočtů	> 70	dB
potlačení mezifrekvenčního signálu	> 70	dB
vstupní impedance	50 (75)	Ω
provozní teplota	+5 – +45	°C

1.2 Měřicí anténa

kmitočtový rozsah	47 – 862	MHz
vstupní impedance	50 (75)	Ω
provozní teplota	–15 – +45	°C

Pro měření na měřicím místě se použije směrová anténa.

2. Měřicí souprava pro měření signálu digitálního televizního vysílání musí splňovat tyto parametry.

2.1 Měřicí přístroj

kmitočtový rozsah	174 – 862	MHz
přesnost měření	$\pm 2,0$	dB
rozsah měření úrovní	20 – 100	dB μ V
šířka pásma mezifrekvence	automaticky 7/8	MHz
detektor	RMS	
potlačení zrcadlových kmitočtů	> 70	dB
potlačení mezifrekvenčního signálu	> 70	dB
vstupní impedance	50 (75)	Ω
provozní teplota	+5 – +45	°C

2.2 Měřicí anténa

kmitočtový rozsah	174 – 862	MHz
vstupní impedance	50 (75)	Ω
provozní teplota	-15 – +45	$^{\circ}\text{C}$

Pro měření na měřicím místě se použije směrová anténa.

3. Nastavení měřicích přístrojů pro měření intenzity

3.1 Měření signálu analogového televizního vysílání (AM-VSB)

3.1.1 Nastavení základních parametrů analyzátoru spektra:

šířka pásma rozlišení RBW	300 kHz
detektor	PK
stopa	max. hold
span	10 MHz
swp	200 ms
korekce	hodnotou útlumu anténního koaxiálního kabelu

3.1.2 Nastavení základních parametrů měřicího přijímače:

Nastavení špičkového detektoru - PK

Šířka pásma mezifrekvence IFBW - 100 – 300 kHz

Uvedené parametry měřicího přijímače se zpravidla nastaví automaticky při zvolení funkce měření analogové televize (AM-VSB)

3.2 Měření signálu digitálního televizního vysílání (DVB-T)

3.2.1 Měření intenzity se provádí jako integrační měření, tj. měření v celé šířce pásma signálu DVB-T u spektrálních analyzátorů funkcí „výkon v kanálu“ nebo u ostatních měřicích přístrojů odpovídajícím nastavením parametrů. Použitím uvedené funkce jsou parametry měřicího přístroje zpravidla nastaveny automaticky. V případě, že nedojde k automatickému nastavení parametrů měřicího přístroje, musí být nastaveny ručně následující parametry:

šířka pásma rozlišení RBW	7, 61 MHz
detektor	RMS
stopa	C/W nebo AVG
span	10 MHz doporučená hodnota
swp	200 ms (pro stabilnější záznam lze i 500 ms)
korekce	hodnotou útlumu anténního koaxiálního kabelu

3.2.2 Při použití měřicích přístrojů, které umožňují pouze měření s malou šířkou pásma rozlišení (RBW) (dále jen „RBW“) nebo malou šířkou mezifrekvence (IFBW), musí být parametry měřicího přístroje nastaveny následovně:

detektor	RMS
stopa	C/W nebo AVG
span	10 MHz doporučená hodnota
swp	200 ms (pro stabilnější záznam lze i 500 ms)
korekce	hodnotou útlumu anténního koaxiálního kabelu

Pro zajištění maximální přesnosti měření musí být RBW nastavena na nejvyšší hodnotu, kterou měřicí přístroj umožňuje. Střední kmitočet, na kterém je měření prováděno, musí být stanoven s ohledem na tvar spektra v celém rádiovém kanálu, zejména při rozvlnění temene signálu vlivem odrazu tak, aby měření reprezentovalo střední hodnotu měřeného signálu.

Výsledná intenzita se stanoví v závislosti na korekci pro použitou RBW podle vztahu:

$$E_{\text{DVB-T}} = E_{\text{nam}} + K1 + K2 \quad [\text{dB}\mu\text{V/m}, \text{dB}\mu\text{V/m}, \text{dB}, \text{dB}]$$

kde je:

$$E_{\text{nam}} \quad \text{naměřená intenzita} \quad [\text{dB}\mu\text{V/m}]$$

$$K1 = 10 * \log(7,61/\text{RBW}) \quad [\text{dB}]$$

$$K2 = 0,3 [\text{dB}] \quad \text{korekce pro přepočet šumové šířky pásma měřicího přístroje}$$

Pozn. Hodnota RBW musí být uvedena v MHz.

Seznam použitých zkratk:

- IFBW - šířka propustnosti mezifrekvenčního filtru selektivního měřicího přijímače,
- RBW - šířka propustnosti mezifrekvenčního filtru spektrálního analyzátoru,
- swp - doba přeběhu, za kterou se spektrální analyzátor přeladí od nejnižšího k nejvyššímu zobrazovanému kmitočtu (Sweep Time),
- span - kmitočtový rozsah přeladování spektrálního analyzátoru, rozdíl nejnižšího a nejvyššího zobrazovaného kmitočtu,
- detektor PK - detekce špičkové hodnoty televizního signálu,
- detektor AV - detekce střední hodnoty televizního signálu,
- detektor RMS - detekce efektivní hodnoty televizního signálu,

- h) stopa C/W - záznam aktuálního průběhu signálu přepisem předchozího po každé době přeběhu (Clear/Write - mazání/zápis),
- i) stopa AVG - záznam digitálně průměrovaného signálu (Averaging),
- j) stopa max.hold - záznam maximální hodnoty signálu za celou dobu měření,
- k) rozlišení SDTV - označení kvality obrazu digitální televize, které odpovídá kvalitě při vysílání analogové televize v normě PAL D,K.

A.2 Příloha č. 2 k vyhlášce č. 163/2008 Sb.

Minimální požadavky na technické vlastnosti televizních přijímačů pro subjektivní hodnocení kvality signálu zemského televizního vysílání

Minimální požadavky na technické vlastnosti televizního přijímače jsou pro

1. Hodnocení signálů analogové televize (AM-VSB)

1.1 Televizní přijímač

kmitočtový rozsah	47 – 862 MHz
citlivost VHF pásmo	–61 dBm
citlivost UHF pásmo	–58 dBm
úhlopříčka displeje	> 14"
kontrast	> 500 : 1
jas	> 300 cd/m ²
odezva (LCD)	≤ 8 ms
rozlišení	SDTV
zobrazení teletextu	
konektor SCART	

Pozn.: pro subjektivní hodnocení lze rovněž použít monitor s interními nebo externími PC kartami, které zajišťují splnění těchto požadavků.

1.2 Přijímací anténa

Přijímací anténa pro subjektivní hodnocení kvality signálu zemského analogového televizního vysílání je směrová anténa se ziskem minimálně:

zisk antény	kmitočtový rozsah	TV pásmo
3, 5 dB	48, 5 – 66 MHz	I.
7 dB	174 – 230 MHz	III.
10 dB	470 – 582 MHz	IV.
12 dB	582 – 862 MHz	V.

Přijímací anténa musí být k televiznímu přijímači připojena koaxiálním kabelem odpovídající impedance s nízkým útlumem a kvalitním stíněním.

2. Hodnocení signálů digitální televize (DVB-T)

2.1 Televizní přijímač

Pro subjektivní hodnocení kvality signálů zemského digitálního televizního vysílání pro účely měření pokrytí lze využít standardní televizní přijímač, který splňuje základní parametry podle technické normy ČSN EN 62216-1.

2.2 Přijímací anténa

Přijímací anténa pro subjektivní hodnocení kvality signálu zemského digitálního televizního vysílání je anténa s vlastnostmi podle bodu 1.2.

A.3 Příloha č. 3 k vyhlášce č. 163/2008 Sb.

Subjektivní hodnocení kvality signálu zemského televizního vysílání

Subjektivní posouzení kvality signálu analogového televizního vysílání vychází z naměřené hodnoty intenzity a zjištěných rušivých vlivů.

A. Minimální intenzity signálu analogového televizního vysílání

1. Pro účely měření pokrytí signálem zemského analogového televizního vysílání jsou minimální intenzity chráněné proti rušení a minimální intenzity pro místa bez rušení následující:

TV pásmo	I.	III.	IV.	V.
E_{\min} (dB μ V/m)	48	55	65	70
$E_{\text{bez rušení}}$ (dB μ V/m)	40	43	55	58

2. Subjektivní hodnocení kvality signálu

Při subjektivním hodnocení kvality signálů zemského analogového televizního vysílání se přihlíží k náchylnosti tohoto signálu na degradace, závisující velkou měrou na zisku antény (odstup c/n) a na její směrovosti (rušení vícecestným šířením signálů, interferencí od jiných vysokofrekvenčních signálů). Z těchto důvodů musí být použita anténa s parametry minimálně podle § 1 odst. 1 písmo d). Přijímací anténa měřicí soupravy se nasměruje do azimutu na maximální intenzitu. V případě, že je signál degradován rušením, nastaví se azimut přijímací antény na minimum tohoto rušení. Tento poznatek se zaznamená formou poznámky do tabulky naměřených hodnot.

Pro subjektivní hodnocení kvality signálu se použije pětistupňové hodnocení:

stupeň	hodnocení kvality	degradace kvality
Q5	výborná	nepozorovatelná
Q4	velmi dobrá	pozorovatelná, ale neobtěžující
Q3	dobrá	mírně obtěžující
Q2	nevalná	obtěžující
Q1	špatná	velmi obtěžující

Míra rušení se hodnotí podle následujících stupňů:

stupeň rušení	degradace kvality
R1	pozorovatelná, ale neobtěžující
R2	mírně obtěžující
R3	obtěžující a velmi obtěžující

Stupeň míry rušení se doplní následujícím označením druhu degradace:

o	odrazy
š	šum
i	interference
d	rušení signálem digitální televize
p	průmyslové rušení
z	zkreslení
n	jiná degradace (zapsat do poznámky)

Pro celkové posouzení kvality signálu na měřicím bodě se vychází z intenzity a rušivých vlivů (degradace). Provázanost mezi stupněm subjektivního hodnocení kvality, intenzitou a rušením je definována následující tabulkou:

stupeň	intenzita	rušení
Q5	$E \geq E_{\min}$	rušení žádné
Q4	$E \geq E_{\min}$	rušení R1
Q3	$E \geq E_{\min}$	rušení R2
Q3	$E \geq E_{\text{bezrušení}}$	rušení žádné nebo R1
Q2	$E \geq E_{\min}$	rušení R3
Q2	$E \geq E_{\text{bezrušení}}$	rušení R2
Q2	$E < E_{\min}$	rušení žádné, R1 nebo R2
Q1	$E \geq E_{\text{bezrušení}}$	rušení R3
Q1	$E < E_{\text{bezrušení}}$	rušení R2
Q1	$E \ll E_{\text{bezrušení}}$	rušení žádné

B. Minimální hodnoty intenzity signálu digitálního televizního vysílání

1. Pro účely měření pokrytí signálem zemského digitálního televizního vysílání se použijí minimální hodnoty intenzity uvedené v § 5 písmo a) této vyhlášky.

2. Pro subjektivní hodnocení kvality signálu se použije následující třístupňové hodnocení:

Q1	kvalita špatná, časté výpadky, přijímač se nezasynchronizuje
Q3	kvalita dobrá, jednotlivý mžikový výpadek (viz. další text)
Q5	kvalita výborná, nepozorovatelné závady v kvalitě obrazu a zvuku

Doba sledování kvality obrazu i zvuku na vybraném programu z měřeného multiplexu je minimálně 3 minuty. V případě výskytu jednotlivého mžikového výpadku je třeba zaměřit se na zjištění jeho zdroje (na zvýšenou chybovost má vliv nízká intenzita, impulsní nebo jiné rušení vysokofrekvenčním signálem a pod.). Při zaznamenání tohoto jevu na více bodech v měřené lokalitě bez logického vysvětlení nízkým odstupem c/n se musí provést detailní rozbor příčin degradace signálu digitálního televizního vysílání.

3. Při hodnocení kvality signálu digitálního televizního vysílání se podle možnosti použitých měřicích přístrojů měří některý z parametrů definujících objektivně kvalitu dekódovaného signálu OFDM.

3.1 Měření chybovosti BER se provádí před Viterbiho dekodérem, kde se měří chybovosti přenášeného datového toku před korekcí, nebo za Viterbiho dekodérem, kde se měří chybovost po korekci osamocených chyb v datovém toku. Pro účely měření kvality signálu digitálního televizního vysílání se obvykle měří BER za Viterbiho dekodérem, kde referenční hodnota pro bezporuchový příjem je $BER < 0,2 \cdot 10^{-4}$.

3.2 Modulační chybovost MER je parametr, který komplexně hodnotí kvalitu přijímaného signálu (odstup modulačních chyb signálu DVB-T). Doporučená hodnota pro bezporuchový příjem je $MER \geq 22\text{dB}$.

B Střední kmitočty kanálů DVB-T a mediánní hodnoty intenzity elektromagnetického pole pro příjem na pevnou přijímací anténu – systémová varianta C2

číslo kanálu	střední kmitočet MHz	$E_{med95\%}(FIX)$ dB μ V/m	číslo kanálu	střední kmitočet MHz	$E_{med95\%}(FIX)$ dB μ V/m
5	177,5	48	42	642,0	55
6	184,5	48	43	650,0	55
7	191,5	49	44	658,0	55
8	198,5	49	45	666,0	55
9	205,5	49	46	674,0	55
10	212,5	50	47	682,0	55
11	219,5	50	48	690,0	56
12	226,5	50	49	698,0	56
21	474,0	52	50	706,0	56
22	482,0	52	51	714,0	56
23	490,0	53	52	722,0	56
24	498,0	53	53	730,0	56
25	506,0	53	54	738,0	56
26	514,0	53	55	746,0	56
27	522,0	53	56	754,0	56
28	530,0	53	57	762,0	56
29	538,0	53	58	770,0	56
30	546,0	53	59	778,0	57
31	554,0	54	60	786,0	57
32	562,0	54	61	794,0	57
33	570,0	54	62	802,0	57
34	578,0	54	63	810,0	57
35	586,0	54	64	818,0	57
36	594,0	54	65	826,0	57
37	602,0	54	66	834,0	57
38	610,0	54	67	842,0	57
39	618,0	55	68	850,0	57
40	626,0	55	69	858,0	57
41	634,0	55			

Tabulka 17: Střední kmitočty kanálů DVB-T.

VHF - III.TV pásmo - kanály 5-12 - kanály 7 MHz

UHF - IV.TV pásmo - kanály 21-40 - kanály 8 MHz

UHF - V.TV pásmo - kanály 41-69 - kanály 8 MHz

C Hodnoty mediánní intenzity elektromagnetického pole pro různé systémové varianty DVB-T a pro různé typy příjmu

Systémová varianta	Modulace	Kódový poměr	Kmitočet f_{ref} MHz	$E_{\text{med95\%}}$ pro příjem [dB μ V/m]			
				FX	PO	PI	MO
A1,D1	QPSK	1/2	200	34,9	56,1	66,1	59,1
A2,D2	QPSK	2/3	200	36,9	58,2	68,2	59,1
A3,D3	QPSK	3/4	200	38,1	59,5	69,5	62,5
A5,D5	QPSK	5/6	200	39,3	60,8	70,8	63,8
A7,D7	QPSK	7/8	200	40,3	61,9	71,9	64,9
B1,E1	16-QAM	1/2	200	40,6	61,8	71,8	64,8
B2,E2	16-QAM	2/3	200	43,1	64,4	74,4	67,4
B3,E3	16-QAM	3/4	200	44,7	66,1	76,1	69,1
B5,E5	16-QAM	5/6	200	45,9	67,4	77,4	70,4
B7,E7	16-QAM	7/8	200	46,5	68,1	78,1	71,1
C1,F1	64-QAM	1/2	200	46,2	67,4	77,4	70,4
C2,F2	64-QAM	2/3	200	48,5	69,8	79,8	72,8
C3,F3	64-QAM	3/4	200	50,2	71,6	81,6	74,6
C5,F5	64-QAM	5/6	200	51,7	73,2	83,2	76,2
C7,F7	64-QAM	7/8	200	52,7	74,3	84,3	77,3
A1,D1	QPSK	1/2	500	38,9	64,1	76,1	67,1
A2,D2	QPSK	2/3	500	40,9	66,2	78,2	69,2
A3,D3	QPSK	3/4	500	42,1	67,5	79,5	70,5
A5,D5	QPSK	5/6	500	43,3	68,8	80,8	71,8
A7,D7	QPSK	7/8	500	44,3	69,9	81,9	72,9
B1,E1	16-QAM	1/2	500	44,6	69,8	81,8	72,8
B2,E2	16-QAM	2/3	500	47,1	72,4	84,4	75,4
B3,E3	16-QAM	3/4	500	48,7	74,1	86,1	77,1
B5,E5	16-QAM	5/6	500	49,9	75,4	87,4	78,4
B7,E7	16-QAM	7/8	500	50,5	76,1	88,1	79,1
C1,F1	64-QAM	1/2	500	50,2	75,4	87,4	78,4
C2,F2	64-QAM	2/3	500	52,5	77,8	89,8	80,8
C3,F3	64-QAM	3/4	500	54,2	79,6	91,6	82,6
C5,F5	64-QAM	5/6	500	55,7	81,2	93,2	84,2
C7,F7	64-QAM	7/8	500	56,7	82,3	94,3	85,3

Tabulka 18: Hodnoty mediánní intenzity elektromagnetického pole.

FX - příjem na pevnou přijímací anténu

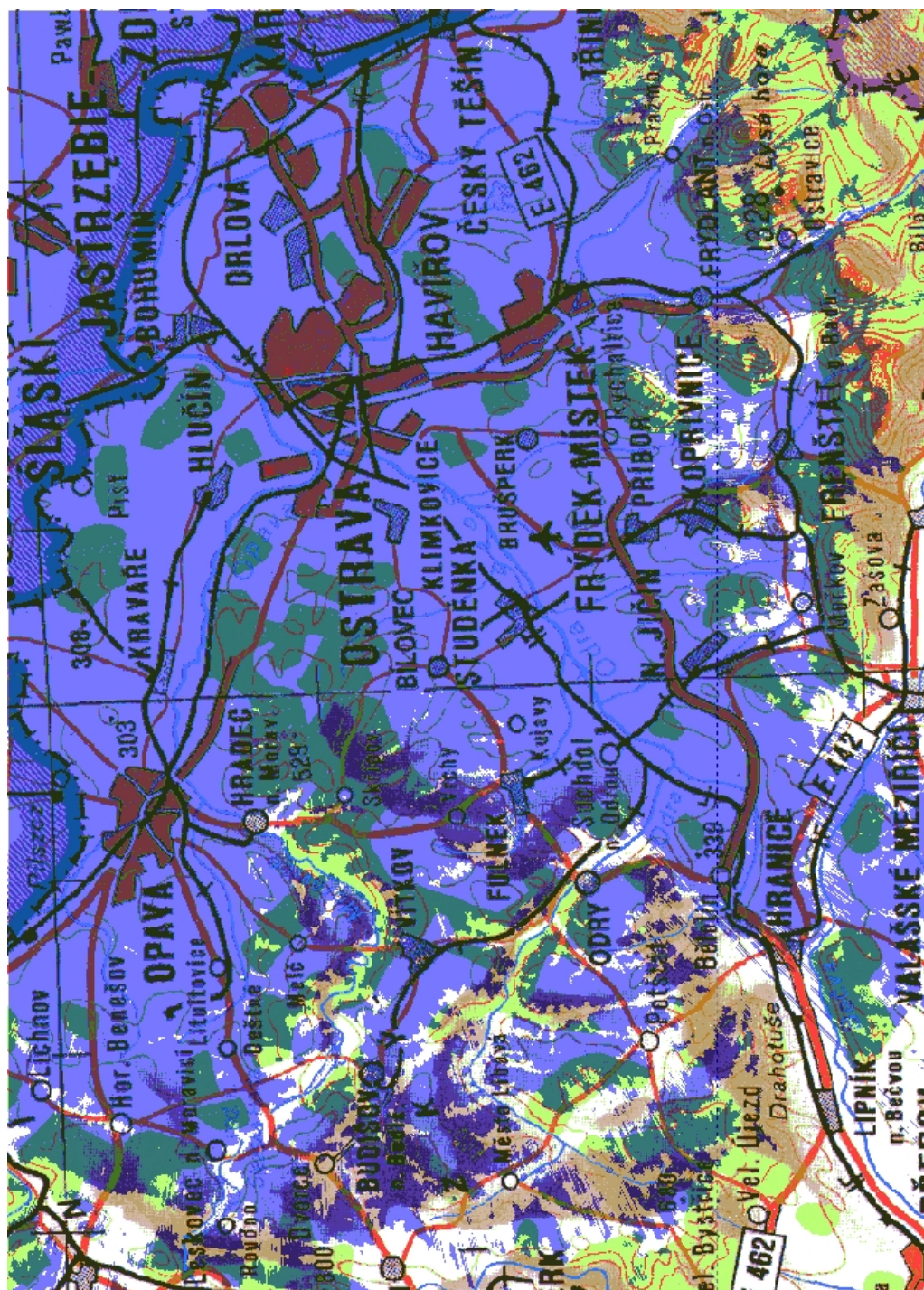
PO - přenosný příjem mimo budovu

PI - přenosný příjem uvnitř budov

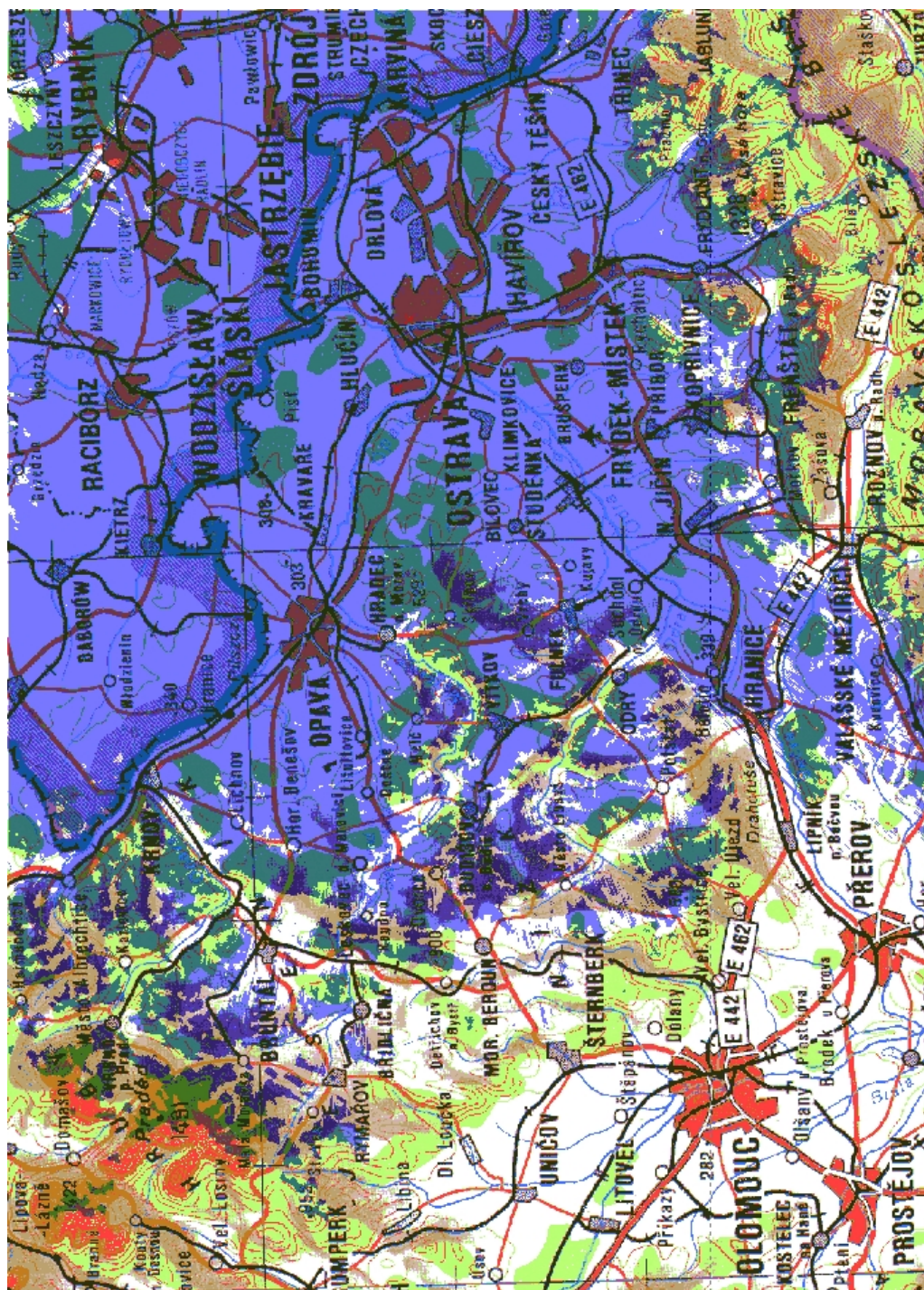
MO - mobilní příjem

D Diagramy pokrytí

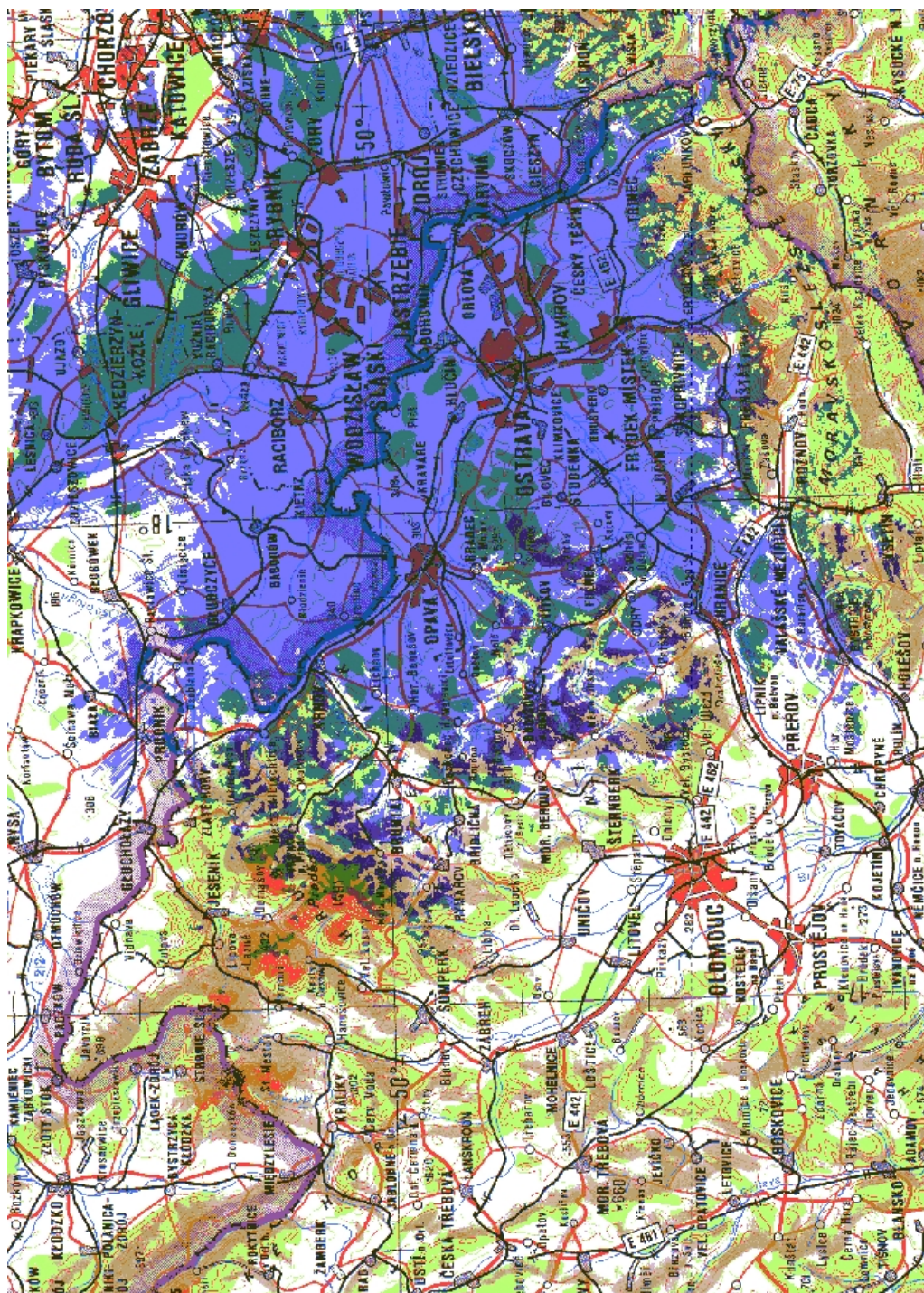
V této sekci jsou uvedeny diagramy pokrytí Moravskoslezského kraje signálem z vysílačů MUX1, SFN 54.kanál vygenerované programem RadioLab.



Obrázek 17: Simulace pokrytí Moravskoslezského kraje signálem DVB-T na 54.kanálu, měřítko 1:350000.



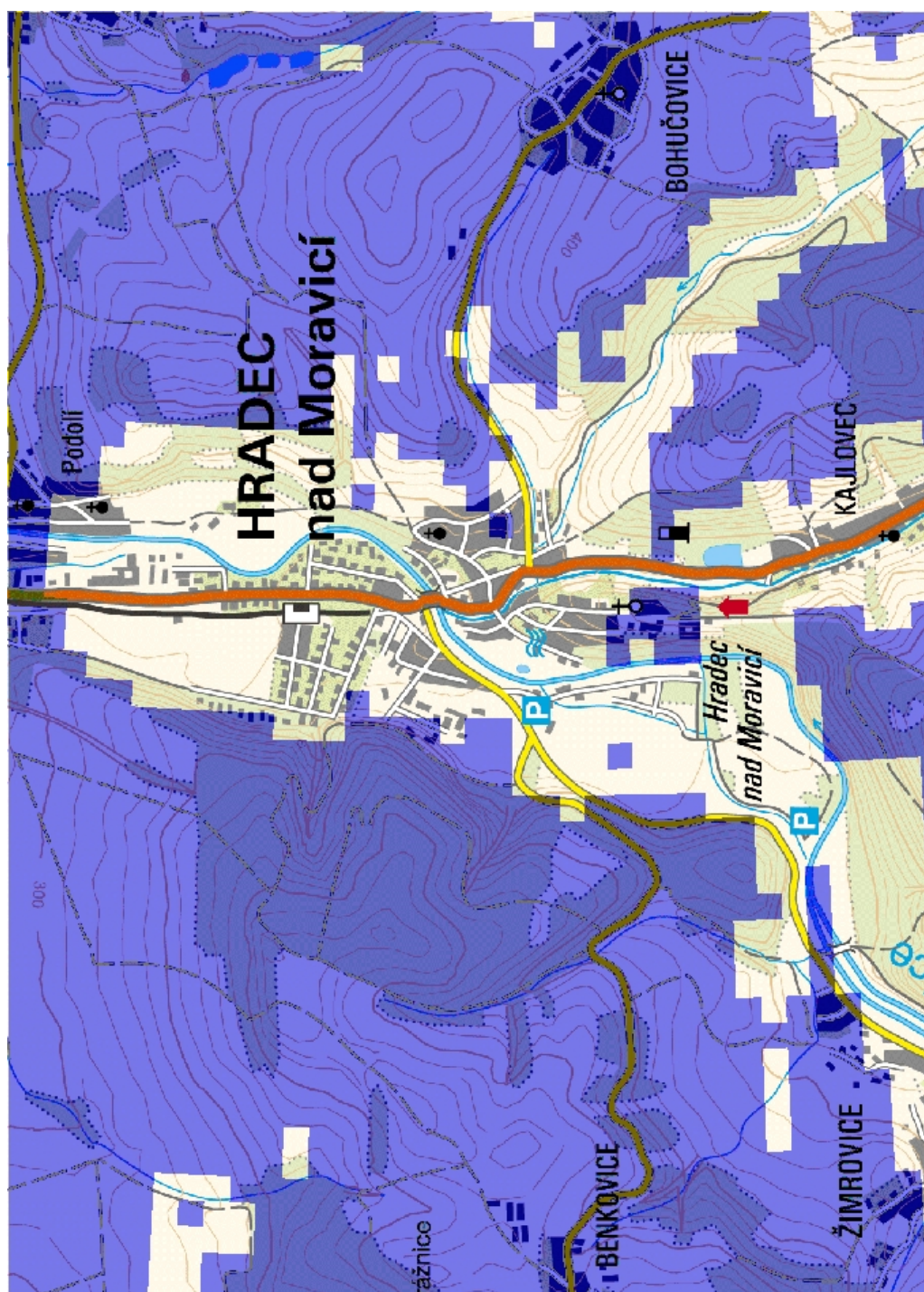
Obrázek 18: Simulace pokrytí Moravskoslezského kraje signálem DVB-T na 54.kanálu, měřítko 1:500000.



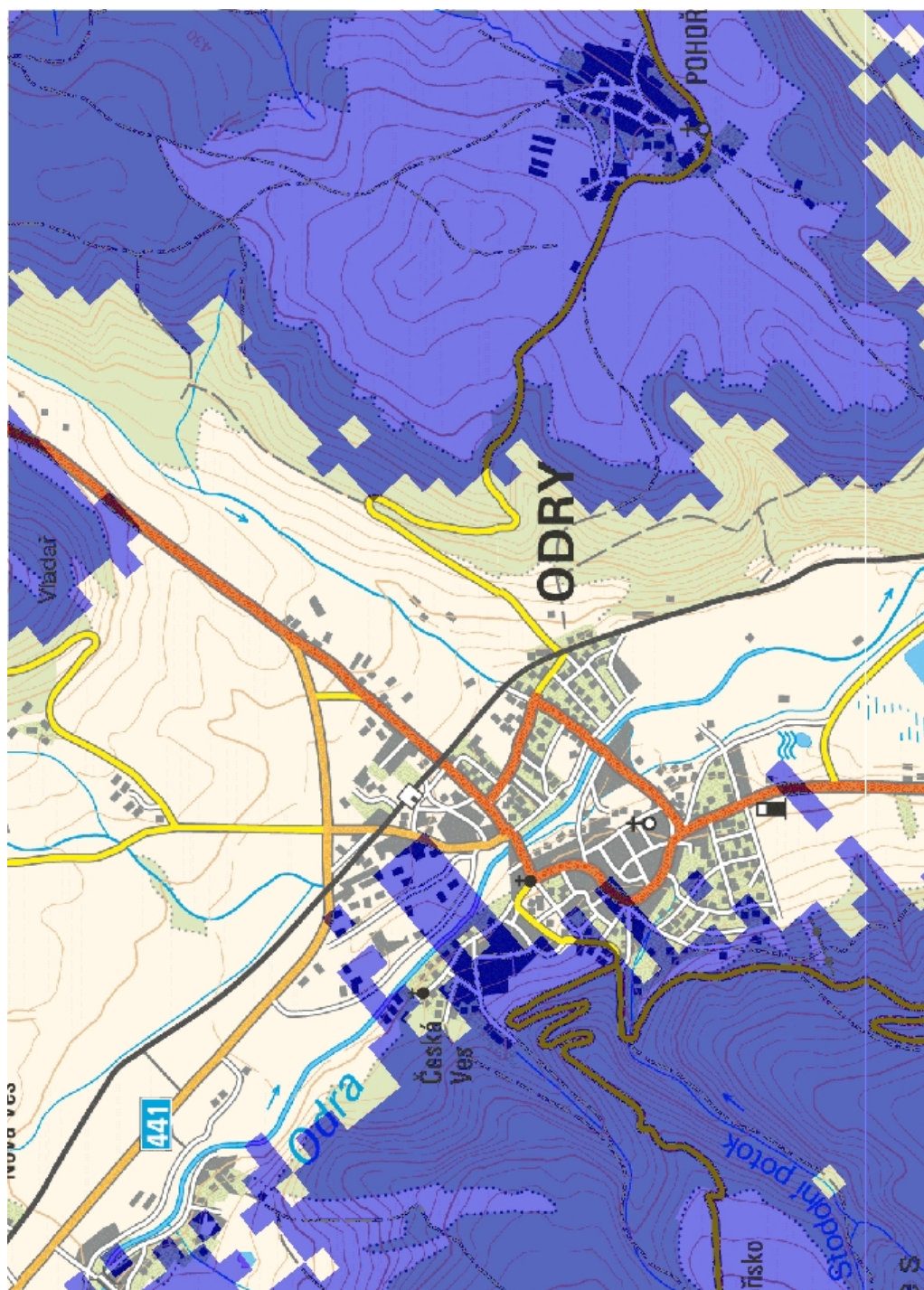
Obrázek 19: Simulace pokrytí Moravskoslezského kraje signálem DVB-T na 54.kanálu, měřítko 1:750000

E Diagramy pokrytí v problémových oblastech

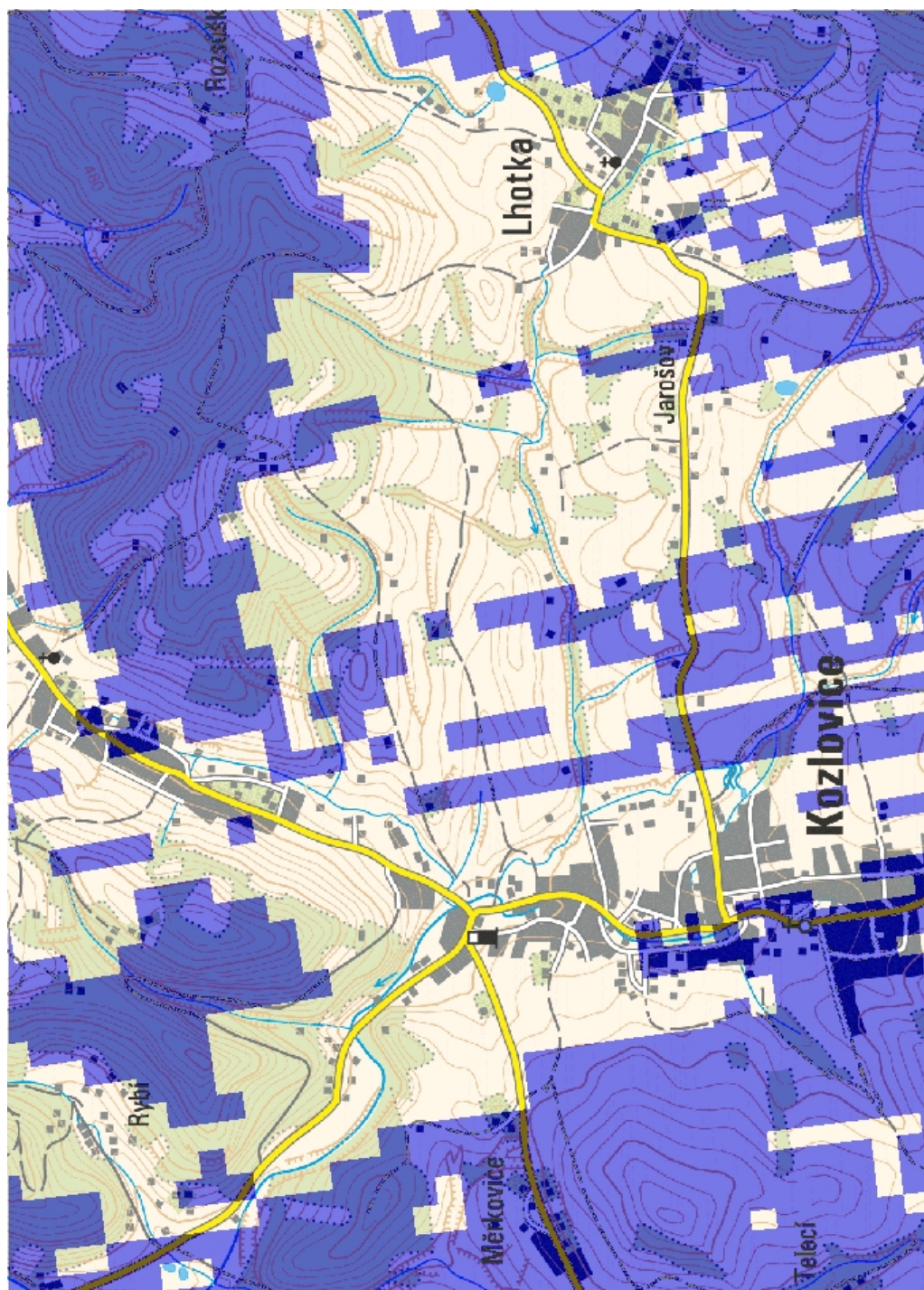
V této sekci jsou uvedeny diagramy pokrytí z vytipovaných oblastí, které dle simulací nejsou pokryty signálem z vysílačů MUX1, SFN 54.kanál.



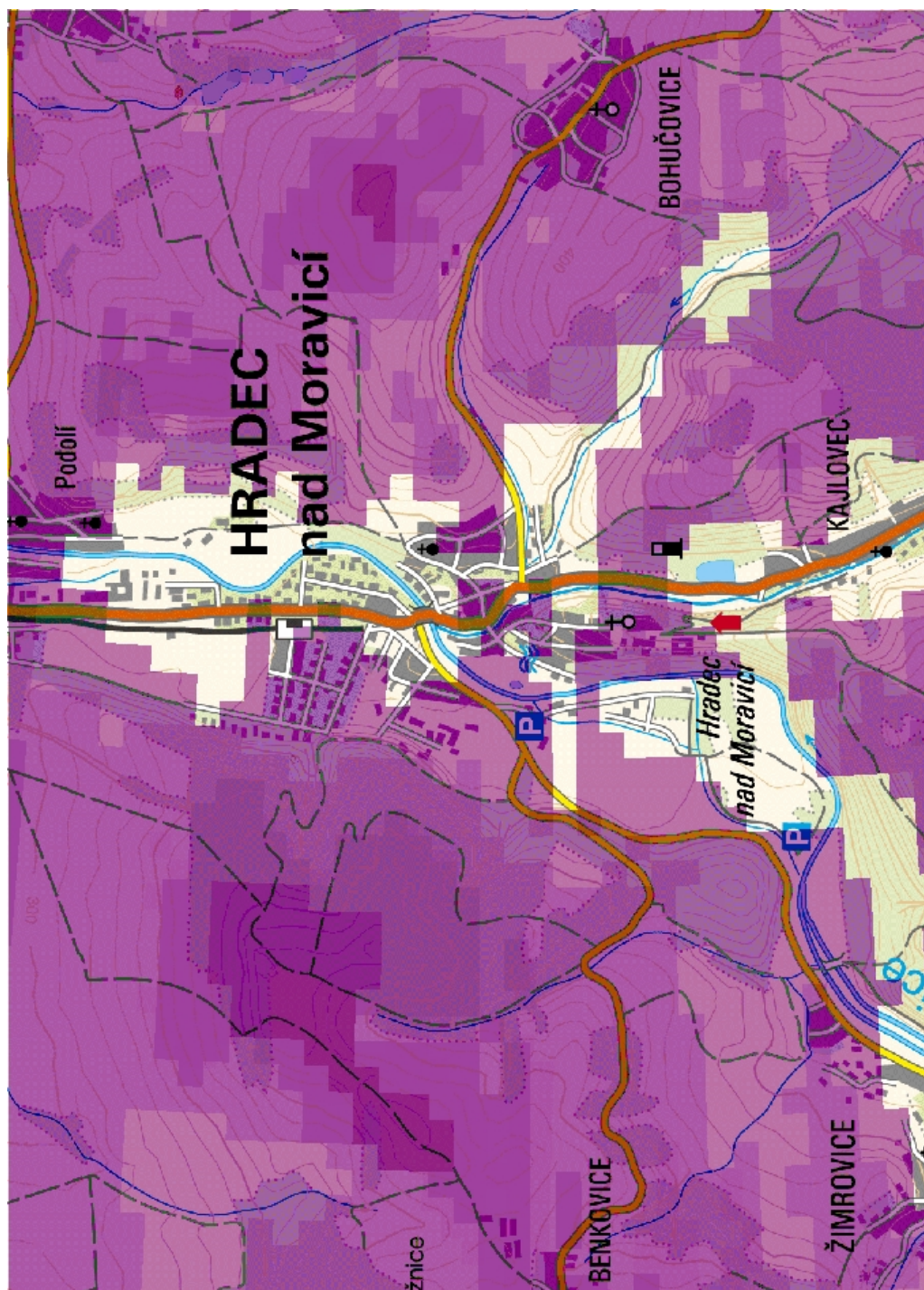
Obrázek 20: Simulace pokrytí města Hradec nad Moravicí signálem DVB-T na 54.kanále - úroveň 56dB.



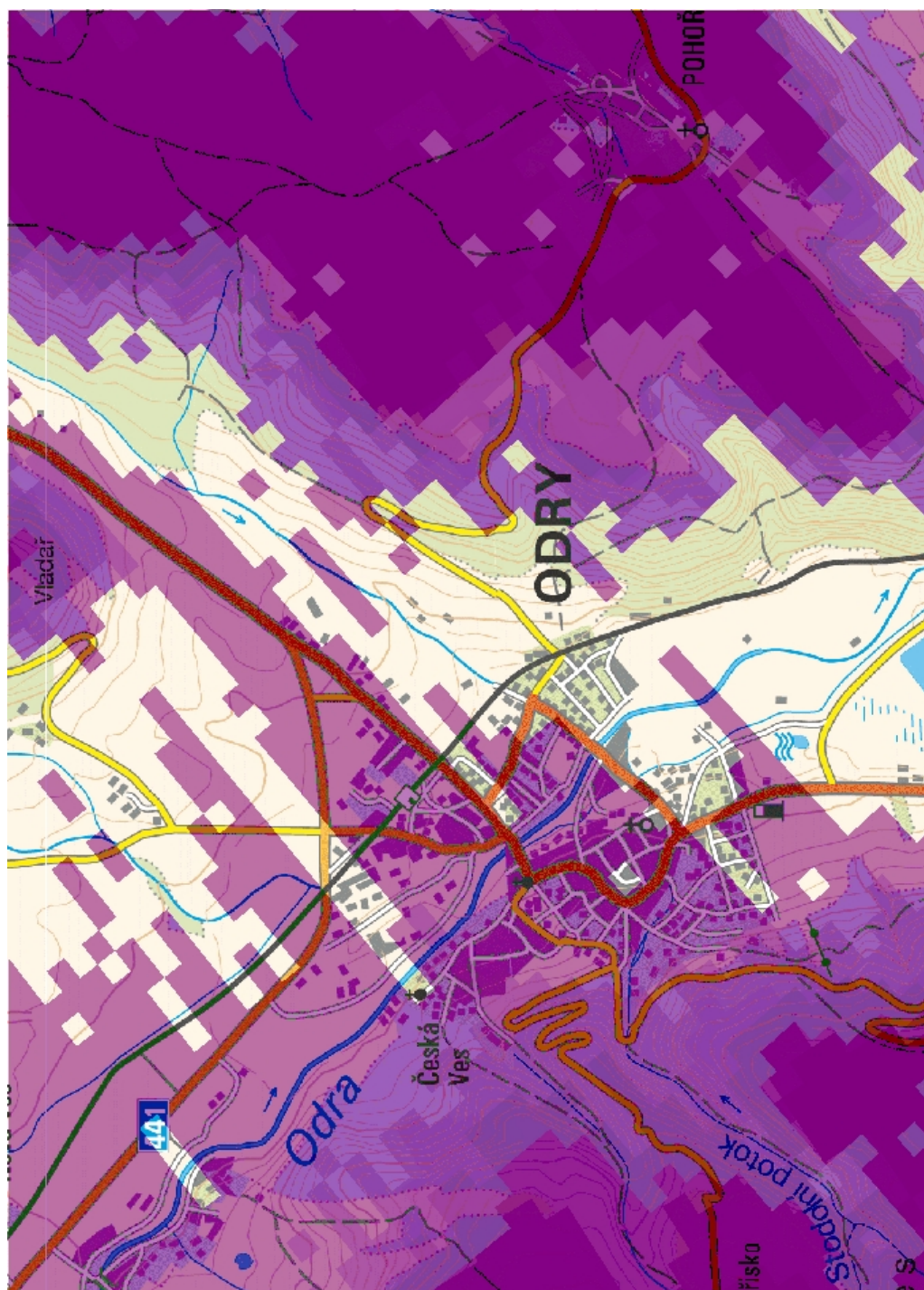
Obrázek 21: Simulace pokrytí města Odrý signálem DVB-T na 54.kanále - úroveň 56dB.



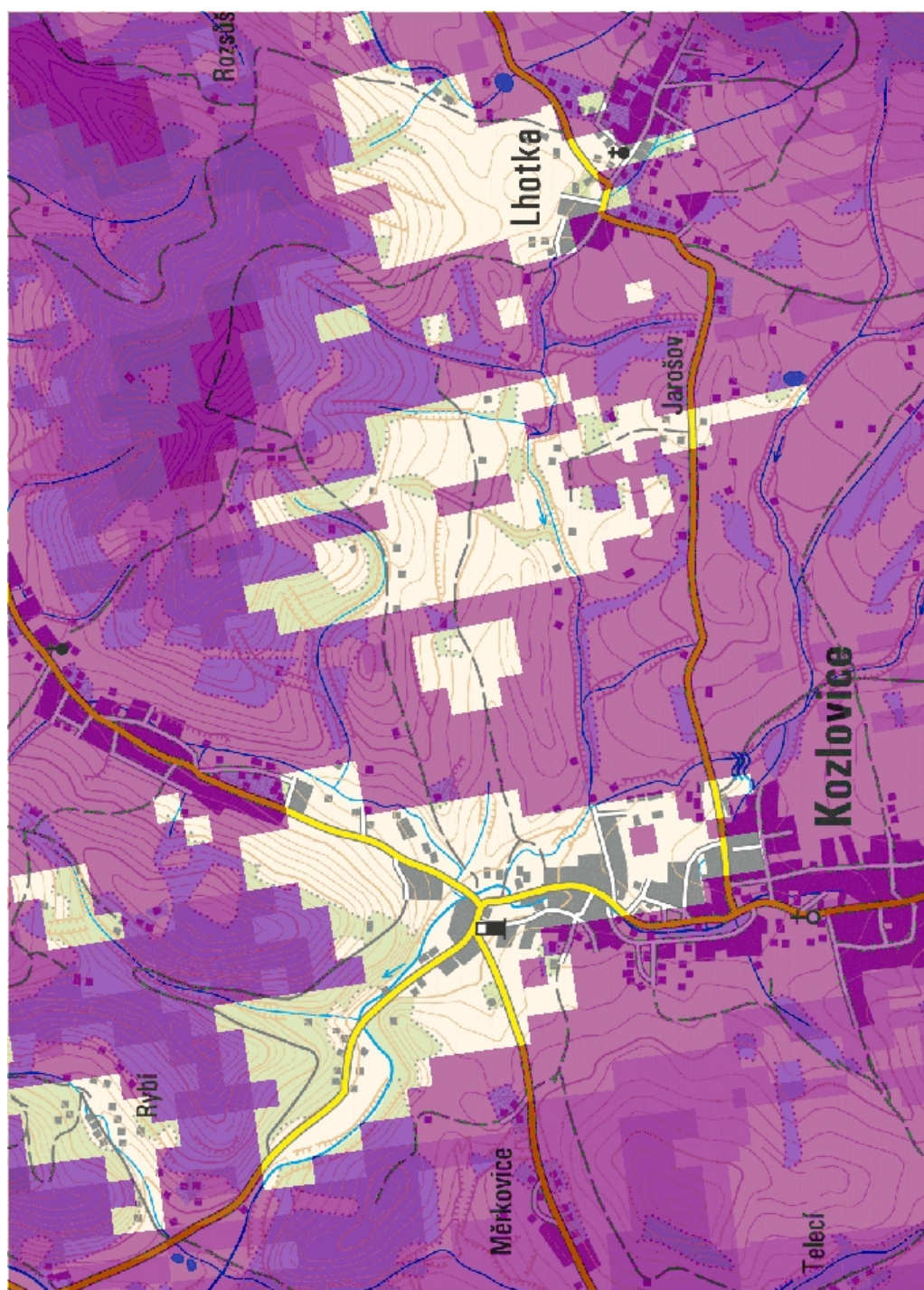
Obrázek 22: Simulace pokrytí obce Kozlovice signálem DVB-T na 54.kanále - úroveň 56dB.



Obrázek 23: Simulace pokrytí města Hradec nad Moravicí signálem DVB-T na 54.kanále - úroveň 50dB.



Obrázek 24: Simulace pokrytí města Odrá signálem DVB-T na 54.kanále - úroveň 50dB.



Obrázek 25: Simulace pokrytí obce Kozlovice signálem DVB-T na 54.kanále - úroveň 50dB.